



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“REHABILITAR E INSTALAR UN ELEVADOR
ELECTRO-HIDRÁULICO PARA VEHÍCULOS DE HASTA
4 TONELADAS EN EL TALLER DE MECÁNICA DE
PATIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA
AUTOMOTRIZ”**

**PAÑI PIZARRO JOSÉ LUIS
PESANTEZ LLAMUCA JOSÉ GABRIEL**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

**RIOBAMBA – ECUADOR
2015**

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2014-03-19

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**PESANTEZ LLAMUCA JOSÉ GABRIEL
PAÑI PIZARRO JOSÉ LUIS**

Titulada:

**“REHABILITAR E INSTALAR UN ELEVADOR ELECTRO-HIDRÁULICO
PARA VEHÍCULOS DE HASTA 4 TONELADAS EN EL TALLER DE
MECÁNICA DE PATIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Marco Santillán Gallegos
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Luis Buenaño Moyano
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Elvis Arguello
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: PAÑI PIZARRO JOSÉ LUIS

TÍTULO DE LA TESIS: **“REHABILITAR E INSTALAR UN ELEVADOR ELECTRO-HIDRÁULICO PARA VEHÍCULOS DE HASTA 4 TONELADAS EN EL TALLER DE MECÁNICA DE PATIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

Fecha de Examinación: 2015-05-07

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

| COMITÉ DE EXAMINACIÓN | APRUEBA | NO APRUEBA | FIRMA |
|---|---------|---------------|-------|
| Dr. Mario Audelo PRESIDENTE TRIB. DEFENSA | | | |
| Ing. Luis Buenaño Moyano. DIRECTOR DE TESIS | | | |
| Ing. Elvis Arguello ASESOR | | | |

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Dr. Mario Audelo
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: PESANTEZ LLAMUCA JOSÉ GABRIEL

TÍTULO DE LA TESIS: “REHABILITAR E INSTALAR UN ELEVADOR
ELECTRO-HIDRÁULICO PARA VEHÍCULOS DE HASTA 4 TONELADAS EN
EL TALLER DE MECÁNICA DE PATIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA
AUTOMOTRIZ”

Fecha de Examinación: 2015-05-07

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

| COMITÉ DE EXAMINACIÓN | APRUEBA | NO APRUEBA | FIRMA |
|---|---------|---------------|-------|
| Dr. Mario Audelo PRESIDENTE TRIB. DEFENSA | | | |
| Ing. Luis Buenaño Moyano. DIRECTOR DE TESIS | | | |
| Ing. Elvis Arguello ASESOR | | | |

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Dr. Mario Audelo
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

José Luis Pañi Pizarro

José Gabriel Pesantez Llamuca

DEDICATORIA

Todo el sacrificio y dedicación realizados a lo largo de mi formación profesional, van dedicados primeramente a Dios quien supo brindarme su fortaleza y sabiduría para seguir adelante. A mis padres José y Zoila quienes con su entrega y sacrificio hicieron hasta lo imposible para que pudiera conseguir mi meta, motivándome y siendo mi soporte en todos esos momentos difíciles.

A mi esposa Nelly y mi hija Belén quienes con su paciencia y comprensión sacrificaron su tiempo para que pueda cumplir con mi objetivo. A mis hermanos, amigos y demás personas quienes de una u otra manera estuvieron siempre dispuestas para brindarme toda su ayuda.

José Pañi Pizarro

El presente proyecto va dedicado a mi madre Emperatriz Llamuca quien con su amor incondicional, comprensión supo apoyarme en los buenos y malos momentos, siendo un pilar fundamental en mi vida universitaria. De manera especial a Geovana Cali por llegar en los momentos más difíciles de mi vida brindándome su amor su cariño, eres parte de mi vida.

A mis Abuelos Alfonso Llamuca, Aurora Paguay quienes supieron guiarme, aconsejarme con su amor, su paciencia por el camino de la humildad. A todas las personas que me supieron comprender apoyar con sus consejos y voz de aliento, ayudándome a alcanzar los propósitos de mi vida.

José Pesantez Llamuca

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios quien supo brindarme salud y sabiduría para culminar mis estudios. A mis padres JOSE Y ZOILA quienes estuvieron siempre de manera incondicional dispuestos a ayudarme en cualquier problema que se presente a lo largo de mi carrera. A mi esposa Nelly por su apoyo y su compromiso infinito hacia mi persona sacrificando muchas veces su bienestar por el mío.

El agradecimiento sincero a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz, por darnos la oportunidad de formarnos como profesionales y de esta manera ser un aporte más a la sociedad. Y a todos los amigos, compañeros y profesores quienes de una u otra manera aportaron con su ayuda para culminar con éxito una etapa más de nuestras vidas.

José Pañi Pizarro

En primer lugar Agradezco a Dios por regalarme sabiduría, salud y sobre todo una madre trabajadora, emprendedora pensando siempre en el porvenir de mi hermano y mi persona. A mi madre EMPERATRIZ LLAMUCA quien me supo apoyar incondicionalmente en el transcurso de mi vida tanto moralmente y económicamente, ya que sin su ayuda no habría podido alcázar las metas que me he propuesto.

Y mis más sinceros agradecimientos a mis abuelos, tíos, amigos quienes me supieron apoyar directa o indirectamente con sus consejos sus palabras de motivación en todo momento para enfrentar los obstáculos que se me presentaron a lo largo de mi vida y mi carrera universitaria de todo corazón mil gracias.

José Pesantez Llamuca

CONTENIDO

| | Pág. |
|---|-----------|
| 1 INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1 Antecedentes..... | 1 |
| 1.2 Justificación..... | 2 |
| 1.3 Objetivos..... | 2 |
| 1.3.1 <i>Objetivo general.</i> | 2 |
| 1.3.2 <i>Objetivos específicos.</i> | 2 |
| 2 MARCO TEORICO..... | 4 |
| 2.1 Definición del elevador electro-hidráulico de dos columnas. | 4 |
| 2.2 Principio de funcionamiento..... | 4 |
| 2.2.1 <i>Principio de pascal.</i> | 5 |
| 2.3 Ventajas y desventajas de un elevador electro-hidráulico..... | 6 |
| 2.4 Elementos electrohidráulicos..... | 7 |
| 2.4.1 <i>Bomba hidráulica..</i> | 7 |
| 2.4.2 <i>Motor eléctrico monofásico asíncrono.</i> | 10 |
| 2.4.3 <i>Cilindros hidráulicos.</i> | 11 |
| 2.5 Accesorios hidráulicos..... | 12 |
| 2.5.1 <i>Elementos de desviación y control.:</i> | 12 |
| 2.6 Transmisión de Potencia..... | 15 |
| 2.6.1 <i>Transmisión de potencia Hidráulica..</i> | 15 |
| 2.6.2 <i>Transmisión de potencia mecánica..</i> | 17 |
| 2.7 Sistema de control electro-hidráulico. | 18 |
| 2.7.1 <i>Interruptor de límite.</i> | 18 |
| 2.8 Normas que se utilizan para la instalación de un elevador electro-hidráulico en un taller automotriz..... | 19 |
| 2.8.1 <i>Norma española UNE-EN1493; febrero 2011</i> | 19 |
| 2.9 Avances tecnológicos en la optimización de los elevadores automotrices tipo dos columnas. | 21 |
| 2.9.1 <i>Tecnología de transmisión directa o accionamiento directo..</i> | 21 |
| 2.9.2 <i>Elevadores electromecánicos de columnas móviles.</i> | 21 |
| 3 ANÁLISIS DEL ESTADO TÉCNICO ACTUAL DEL ELEVADOR ELECTRO-HIDRÁULICO..... | 26 |
| 3.1 Determinación del estado actual del elevador electro-hidráulico..... | 26 |
| 3.1.1 <i>Inspección y determinación del conjunto estructural.</i> | 26 |
| 3.1.2 <i>Inspección y determinación de piezas y componentes del circuito eléctrico.</i> .. | 29 |
| 3.1.3 <i>Inspección y evaluación de piezas y componentes del circuito hidráulico.</i> | 31 |
| 3.1.4 <i>Síntesis del estado técnico - actual de los diferentes componentes del elevador, anterior a su rehabilitación.</i> | 33 |
| 3.2 Análisis mediante ensayos no destructivos en los puntos concentradores de esfuerzos del conjunto estructural. | 33 |
| 3.2.1 <i>Descripción del proceso</i> | 34 |
| 4 REHABILITACION E IMPLEMENTACIÓN DEL ELEVADOR ELECTRO-HIDRÁULICO..... | 37 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.1 | Selección de piezas y componentes del elevador electro – hidráulico. | 37 |
| 4.1.1 | <i>Mangueras hidráulicas.</i> | 37 |
| 4.1.2 | <i>Interruptor de límite.</i> | 38 |
| 4.1.3 | <i>Cable sucre concéntrico bifásico (2x12).</i> | 39 |
| 4.2 | Cálculos para la unidad de potencia | 39 |
| 4.2.1 | <i>Determinación del caudal de la bomba.</i> | 40 |
| 4.2.2 | <i>Determinación de la potencia del motor.</i> | 42 |
| 4.2.3 | <i>Determinación de la fuerza en los cilindros.</i> | 45 |
| 4.2.4 | <i>Determinación de la capacidad del depósito de aceite.</i> | 45 |
| 4.3 | Análisis y Simulación de esfuerzos en CAD | 46 |
| 4.3.1 | <i>Análisis estático en los brazos.</i> | 46 |
| 4.4 | Sustitución de piezas y componentes del elevador electro – hidráulico. | 49 |
| 4.4.1 | <i>Manguera hidráulica.</i> | 49 |
| 4.4.2 | <i>Interruptor de límite.</i> | 49 |
| 4.4.3 | <i>Cable sucre concéntrico bifásico (2x12).</i> | 50 |
| 4.4.4 | <i>Cable de liberación de seguridad.</i> | 50 |
| 4.5 | Ubicación del elevador en el taller. | 51 |
| 4.5.1 | <i>Diseño y Planimetría para la construcción del piso y la plataforma.</i> | 51 |
| 4.5.2 | <i>Construcción del Piso y la Plataforma.</i> | 51 |
| 4.6 | Procesos de ensamblaje. | 53 |
| 4.7 | Montaje del elevador electro-hidráulico | 55 |
| 4.8 | Pruebas de funcionamiento del elevador electro-hidráulico. | 60 |
| 4.8.1 | <i>Pruebas con carga.</i> | 61 |
| 5 | MANUALES DE OPERACIÓN, SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO DEL ELEVADOR ELECTRO-HIDRÁULICO | 64 |
| 5.1 | Elaboración de un plan de seguridad industrial | 64 |
| 5.1.1 | <i>Instrucciones de seguridad.</i> | 64 |
| 5.1.2 | <i>Etiquetas explicativas de peligrosidad.</i> | 66 |
| 5.1.3 | <i>Señalización del área de trabajo.</i> | 68 |
| 5.2 | Elaboración del plan de mantenimiento del elevador | 70 |
| 5.2.1 | <i>Mantenimiento semanal requerido.</i> | 71 |
| 5.2.2 | <i>Mantenimiento mensual requerido.</i> | 72 |
| 5.2.3 | <i>Mantenimiento anual requerido.</i> | 72 |
| 5.2.4 | <i>Diagnóstico de problemas.</i> | 74 |
| 5.3 | Manual de operación para el usuario. | 75 |
| 5.3.1 | <i>Ascenso del elevador.</i> | 75 |
| 5.3.2 | <i>Descenso del elevador.</i> | 75 |
| 5.3.3 | <i>Medidas de Seguridad que debe tomar en cuenta el usuario en la manipulación del elevador.</i> | 76 |
| 5.4 | Manual de operación y plan mantenimiento del elevador electrohidráulico | 77 |
| 6 | PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACION DEL ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO. | 78 |
| 6.1 | Costos directos. | 78 |
| 6.1.1 | <i>Costos de materiales.</i> | 78 |
| 6.1.2 | <i>Costos de mano de obra.</i> | 80 |
| 6.1.3 | <i>Costo de equipos y herramientas.</i> | 80 |
| 6.1.4 | <i>Costos de transporte.</i> | 80 |
| 6.2 | Costos indirectos. | 81 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 6.3 | Costos totales..... | 81 |
| 6.4 | Fuentes de financiamiento | 81 |
| 7 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. | 82 |
| 7.1 | Conclusiones..... | 82 |
| 7.2 | Recomendaciones. | 82 |

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

LISTADO DE TABLAS

| | | Pág. |
|----|---|------|
| 1 | Estado técnico de los componentes del elevador..... | 33 |
| 2 | Imágenes radiográficas máximas aceptables..... | 36 |
| 3 | Catálogo de mangueras de alta presión..... | 38 |
| 4 | Catálogo del cable sucre bifásico..... | 39 |
| 5 | Parámetros técnicos de la unidad de potencia hidráulica | 40 |
| 6 | Características fisicoquímicas | 60 |
| 7 | Datos del elevador. | 61 |
| 8 | Datos del vehículo..... | 61 |
| 9 | Resultados con carga N° 01. | 62 |
| 10 | Datos del vehículo. | 62 |
| 11 | Resultados con carga N° 02. | 62 |
| 12 | Instrucciones de seguridad..... | 66 |
| 13 | Instrucciones de precaución..... | 67 |
| 14 | Etiquetas de atención | 68 |
| 15 | Mantenimientos del elevador. | 73 |
| 16 | Diagnóstico de problemas..... | 74 |
| 17 | Acondicionamiento del piso. | 78 |
| 18 | Estructura metálica. | 79 |
| 19 | Costo de mano de obra. | 80 |
| 20 | Costo de equipos y herramientas. | 80 |
| 21 | Costo de transporte. | 80 |
| 22 | Costos indirectos. | 81 |

LISTADO DE FIGURAS

| | | Pág. |
|----|---|------|
| 1 | Elevador electro-hidráulico tipo dos columnas. | 4 |
| 2 | Principio de funcionamiento. | 5 |
| 3 | Principio de pascal. | 5 |
| 4 | Unidad de potencia. | 7 |
| 5 | Bomba de engranajes externos. | 8 |
| 6 | Funcionamiento de la bomba de engranajes externos. | 8 |
| 7 | Bomba de lóbulos. | 9 |
| 8 | Bomba Reciprocante. | 9 |
| 9 | Motor de arranque por condensador. | 10 |
| 10 | Motor monofásico de arranque por condensador. | 11 |
| 11 | Cilindro de simple efecto. | 11 |
| 12 | Cilindro de doble efecto. | 12 |
| 13 | Válvulas direccionales de 2/2. | 13 |
| 14 | Válvula direccional 4/3 tipos de centros. | 13 |
| 15 | Válvula antirretorno (abierta y cerrada). | 14 |
| 16 | Válvula reguladora o reductora de presión. | 14 |
| 17 | Reguladora de flujo unidireccional. | 15 |
| 18 | Transmisión de potencia Hidráulica. | 16 |
| 19 | Transmisión por Polea. | 17 |
| 20 | Configuración de un cable de transmisión mecánica | 18 |
| 21 | Interruptor de límite. | 18 |
| 22 | Tecnología de transmisión directa. | 21 |
| 23 | Elevadores electromecánicos de columnas móviles. | 22 |
| 24 | Columnas móviles RAV 270, RAV 210-220-230. | 23 |
| 25 | Caja principal de control. | 23 |
| 26 | Caja secundaria de control. | 24 |
| 27 | Versiones especiales para carretilla. | 24 |
| 28 | Versiones especiales con carro universal. | 25 |
| 29 | Soporte para diámetro de rueda de hasta 2000 mm. | 25 |
| 30 | Consola móvil. | 25 |
| 31 | Deterioro en las columnas. | 26 |
| 32 | Puente del elevador. | 27 |
| 33 | Deterioro en la superficie de las poleas. | 27 |
| 34 | Carro deslizante. | 27 |
| 35 | Brazos del elevador. | 28 |
| 36 | Cable de seguridad en mal estado. | 28 |
| 37 | Resortes de seguridad en mal estado. | 28 |
| 38 | Mecanismo de seguridad. | 29 |
| 39 | Caja eléctrica de control. | 29 |
| 40 | Contactores. | 30 |
| 41 | Interruptor de límite obsoleto. | 30 |
| 42 | Cables de conexión a 220 V. | 30 |
| 43 | Motor eléctrico. | 31 |
| 44 | Bomba hidráulica. | 31 |
| 45 | Filtro. | 31 |

| | | |
|----|---|----|
| 46 | Manguera hidráulica. | 32 |
| 47 | Cilindros hidráulicos..... | 32 |
| 48 | Válvulas. | 32 |
| 49 | Kit de tintas penetrantes | 34 |
| 50 | Limpieza de la superficie..... | 34 |
| 51 | Aplicación del líquido penetrante | 35 |
| 52 | Limpieza de la superficie..... | 35 |
| 53 | Aplicación del revelador..... | 35 |
| 54 | Inspeccionar presencia de discontinuidades | 36 |
| 55 | Datos técnicos de la manguera hidráulica. | 37 |
| 56 | Catálogo para interruptores de límite. | 38 |
| 57 | Catálogo de cilindros hidráulicos. | 42 |
| 58 | Datos Técnicos del motor eléctrico. | 45 |
| 59 | Fuerzas Actuantes..... | 47 |
| 60 | Mallado. | 47 |
| 61 | Esfuerzos. | 48 |
| 62 | Deformaciones..... | 48 |
| 63 | Factor de seguridad..... | 49 |
| 64 | Manguera averiada. | 49 |
| 65 | Sustitución del interruptor de límite. | 50 |
| 66 | Sustitución del cable sucre bifásico..... | 50 |
| 67 | Sustitución del cable de liberación de seguridad..... | 50 |
| 68 | Ubicación del elevador electro-hidráulico..... | 51 |
| 69 | Fundición de la plataforma. | 52 |
| 70 | Disposición de los elementos del elevador..... | 53 |
| 71 | Proceso de imprimación y pintado. | 53 |
| 72 | Colocación de la grasa sintética..... | 54 |
| 73 | Ubicación de los cilindros. | 54 |
| 74 | Ubicación de los carros deslizantes. | 54 |
| 75 | Colocación de las poleas..... | 55 |
| 76 | Colocación de los resortes de seguridad..... | 55 |
| 77 | Zonas de Respeto..... | 56 |
| 78 | Ubicación de las columnas. | 56 |
| 79 | Nivelación y sujeción de las columnas..... | 57 |
| 80 | Ubicación del puente transversal. | 57 |
| 81 | Cable de compensación. | 57 |
| 82 | Instalación de la manguera hidráulica. | 58 |
| 83 | Brazos del elevador. | 58 |
| 84 | Caja de control eléctrica. | 58 |
| 85 | Cable sucre bifásico..... | 59 |
| 86 | Conexión caja de control y motor eléctrico..... | 59 |
| 87 | Manguera principal..... | 59 |
| 88 | Regulación del elevador. | 61 |
| 89 | Señalética para el elevador. | 69 |
| 90 | Delimitación del área de trabajo..... | 69 |
| 91 | Circuito Eléctrico..... | 70 |
| 92 | Circuito Hidráulico. | 71 |

SIMBOLOGÍA

| | | |
|----------|-------------------------|-------|
| P | Presión | Psi |
| F | Fuerza | N |
| A | Área | m^2 |
| Q | Caudal | g.p.m |
| Qt | Caudal total | g.p.m |
| Di | Diámetro interior | mm |
| C | Carrera | M |
| t | Tiempo | S |
| P | Potencia | Hp |
| W | Peso | kg |
| V | Volumen | m^3 |
| V | Tensión eléctrica | V |
| η | Factor seguridad | |
| Qth | Caudal teórico | g.p.m |
| Qr | Caudal real | g.p.m |
| Pr | Presión real | psi |
| Pth | Presión teórica | psi |
| n | Numero de revoluciones | rpm |
| η_v | Rendimiento volumétrico | % |
| η_m | Rendimiento mecánico | % |
| η_h | Rendimiento hidráulico | % |

LISTA DE ABREVIACIONES

| | |
|------|---|
| UNE | Una Norma Española |
| EN | Normas Europeas |
| CE | Conformidad Europea |
| PLC | Controlador Lógico Programable |
| HVLP | Alto Volumen Baja Presión |
| SAE | Sociedad de Ingenieros Automotrices |
| DMDF | Departamento de Mantenimiento y Desarrollo Físico |
| CPE | Código De Practica Ecuatoriana |
| NTE | Norma Técnica Ecuatoriana |
| INEN | Instituto Ecuatoriano de Normalización |
| ISO | Organización Internacional de Estandarización |
| VG | Grado de Viscosidad |
| CAD | Dibujo Asistido por Computadora |

LISTA DE ANEXOS

- A** Permiso de construcción.
- B** Zonificación y Planimetría del elevador.
- C** Manual de operación y plan de mantenimiento del “elevador electrohidráulico.

RESUMEN

Se ha rehabilitado e instalado un elevador electro hidráulico tipo dos columnas, en el taller de la Escuela de Ingeniería Automotriz, con el propósito de facilitar el desmontaje y montaje de los diferentes sistemas del vehículo consiguiendo con esto comodidad, seguridad y sobre todo un mejor aprendizaje de los estudiantes en las labores de mantenimiento y reparación de vehículos.

Siguiendo diversos métodos de compilación de información se estableció un marco conceptual, sobre el principio de funcionamiento del elevador electrohidráulico, sus componentes principales tales como: el motor eléctrico, bomba hidráulica, cilindros hidráulicos, accesorios de control y los mecanismos de transmisión de potencia, son conceptos necesarios al rehabilitar el elevador.

Se realizó un análisis minucioso del estado técnico-actual de cada uno de los elementos que lo constituyen, determinando las condiciones de funcionamiento y operación de los mismos.

La rehabilitación e implementación del elevador electro-hidráulico comprende los procesos de; selección y sustitución de los elementos averiados por otros de similares características, ubicación del elevador siguiendo las respectivas normas ecuatorianas en cuanto a construcción para el área de talleres, ensamblaje del elevador y pruebas de funcionamiento.

Con la ayuda de un software (CAD) se realizó un estudio del conjunto estructural, obteniendo un factor de seguridad de $\Gamma=1.32$ lo que significa que el elevador está en la capacidad de elevar vehículos de hasta 4 toneladas. Certificando que el mismo puede ser utilizado sin ningún riesgo para el operario, sin embargo se recomienda no sobrepasar la capacidad máxima permitida.

ABSTRACT

It has been restored and installed a hydraulic power lift of two columns in the workshop of Automotive Engineering School in order to facilitate the dismantling and assembly of the various vehicle systems. It has been achieved with this convenience, security and above all a better student learning in the maintenance and repairing of vehicles.

Using various methods of gathering information a conceptual framework on the operating principle of electro-hydraulic lift were established. Its main components such as the electric motor, hydraulic cylinders, control accessories and systems of power transmission are concepts needed to enable the elevator.

A detailed analysis of current-tech on each of the constituent elements, determining the operating conditions and operation of themselves was performed.

The rehabilitation and implementation of electro-hydraulic lift comprises the selection process, replacing of damaged pieces by other ones with similar characteristics, location of the elevator following the respective Ecuadorian standards in construction to the workshop area, elevator assembly and testing performance.

With the aid of CAD software and study by simulation analysis was performed the structural assembly. A safety factor of $\eta = 1.32$ was obtained which means that it can be used without any risk to the operator. However, it is recommended not to exceed the maximum capacity allowed.

CAPITULO I

1 INTRODUCCION.

1.1 Antecedentes.

La Escuela de Ingeniería Automotriz en los últimos años ha formado profesionales teóricos prácticos de excelencia, con capacidad de conducción y liderazgo con alto nivel en conocimiento tecnológico, científico y humanístico para el desarrollo productivo y económico del país.

De la misma forma para ir acorde a los avances tecnológicos y la calidad en la educación, la escuela de Ingeniería Automotriz ha optimizado las instalaciones de sus Talleres, con la finalidad de mejorar la parte práctica de la carrera la cual conlleve a formar profesionales altamente especializados para solucionar las necesidades en ingeniería del sector automotriz.

Con el objetivo de cumplir con lo mencionado anteriormente, es importante: “REHABILITAR E INSTALAR UN ELEVADOR ELECTRO-HIDRÁULICO DE DOS COLUMNAS, PARA EL TALLER DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”, con el propósito de facilitar el desmontaje y montaje, de los diferentes sistemas de un vehículo consiguiendo con esto comodidad, seguridad y sobre todo un mejor aprendizaje al momento de realizar un trabajo.

Este elevador electro-hidráulico permite elevar vehículos de pequeño y mediano tamaño, por lo cual es importante su reparación e implementación debido a que se encuentra guardado en la bodega de la escuela.

Al rehabilitar el elevador y ponerlo en óptimas condiciones de funcionamiento ayudará a renovar y organizar de mejor manera el taller automotriz, con el fin de obtener unas instalaciones de última generación permitiendo que la Escuela de Ingeniería Automotriz siga formando profesionales de excelencia para beneficio de la sociedad y de la provincia.

1.2 Justificación.

La adecuación e instalación de un elevador electrohidráulico de dos columnas para vehículos livianos constituye la base de este proyecto, puesto que permitirá aportar con nuevos procesos que mejoren el rendimiento de los estudiantes y de esta manera, desarrollar habilidades y actitudes en su formación profesional.

Esto hace que el taller de Mantenimiento Automotriz se equipe de un elevador electrohidráulico que servirá para las tareas diarias de mantenimiento preventivo, correctivo y reparación de los vehículos.

En la actualidad la adquisición de un elevador de dos columnas resulta costoso por lo cual es conveniente rehabilitar e instalar el elevador electro-hidráulico existente en bodega de la Escuela de Ingeniería Automotriz. Para lo cual se pretende aplicar todos los conocimientos adquiridos en materias tales como: Taller Automotriz, Maquinaria pesada, Mecánica de Fluidos, Neumática y Oleohidráulica etc.

Indudablemente el proyecto corroborará con un gran aporte a la enseñanza y aprendizaje tanto al personal docente, estudiantes y de esta manera facilitar la parte práctica siendo la necesidad del ingeniero automotriz de la ESPOCH.

1.3 Objetivos.

1.3.1 *Objetivo general.* Rehabilitar e instalar un elevador electro-hidráulico tipo dos columnas, en el taller de la Escuela de Ingeniería Automotriz”

1.3.2 *Objetivos específicos.*

Conocer el principio de funcionamiento y los diferentes tipos de elevadores electrohidráulicos utilizados en el campo automotriz a través de un estado bibliográfico para conocer sobre el estado actual del arte.

Analizar cada uno de los componentes del elevador Electrohidráulico mediante una inspección general de todo el mecanismo para realizar sus respectivas correcciones.

Rehabilitar y optimizar el elevador electrohidráulico verificando su correcto funcionamiento a través de pruebas técnicas para proceder a instalarlo en el Taller de la Escuela de Ingeniería Automotriz.

Elaborar un plan de operación y mantenimiento del elevador electrohidráulico basándose en Normas de seguridad Industrial para facilitar la información de manera rápida y oportuna sobre cualquier interrogante que se presente con el manejo del equipo en el taller.

CAPITULO II

2 MARCO TEORICO

2.1 Definición del elevador electro-hidráulico de dos columnas.

Es un mecanismo mediante el cual el auto es soportado lateralmente por brazos, que pivotan y se apoyan en dos columnas empotradas al piso deslizándose en forma ascendente y descendente, el mismo tiene como finalidad levantar un automóvil para realizar un determinado mantenimiento.

Figura 1. Elevador electro-hidráulico tipo dos columnas.

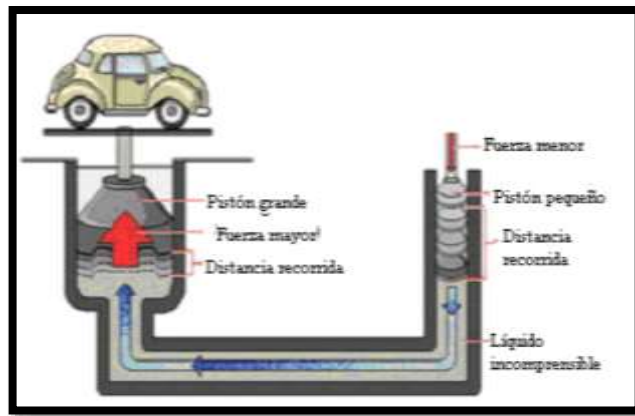


Fuente: http://maquinasdetaller.com/2line/elevadores_dos_columnas_T4B.htm

2.2 Principio de funcionamiento.

El elevador electro - hidráulico tiene su fundamento en el principio de que el trabajo necesario para mover un objeto es el producto de la fuerza por la distancia que recorre el objeto. Utiliza un líquido incompresible para transmitir la fuerza, y permite que una pequeña fuerza aplicada a lo largo de una gran distancia tenga el mismo efecto que una gran fuerza aplicada a lo largo de una distancia pequeña. (ALMA, y otros, 2014).

Figura 2. Principio de funcionamiento.

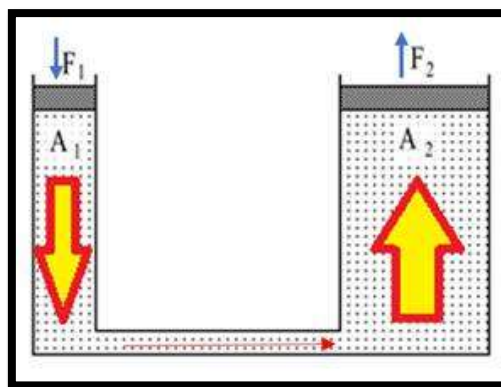


Fuente: <http://www.galeon.com/home3/ciencia/hidraulica.html>

Este tipo de elevador está compuesto por un motor eléctrico que hace funcionar una bomba hidráulica que bombea aceite a un par de cilindros que se encuentran dentro de las columnas, generalmente los pistones que salen de estos cilindros multiplican su altura a través de cables o cadenas que unen las dos columnas. (ALMA, y otros, 2014 pág. 1)

2.2.1 Principio de pascal. El principio de Pascal o ley de Pascal, es una ley enunciada por el físico y matemático francés Blaise Pascal (1623–1662) que se resume en la frase: la presión en un punto de un fluido en reposo es igual en todas las direcciones. (MATAIX, 1986 pág. 579)

Figura 3. Principio de pascal.



Fuente: Felip Roca Ravell, 1998, pág. 16

De acuerdo a la figura 3, se puede comprobar cómo una pequeña fuerza F_1 ejercida sobre un émbolo pequeño de área A_1 , produce sobre el émbolo una presión de: (ROCA, 1998 pág. 16)

$$P = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Donde:

P = Presión del fluido en el cilindro [N/m²]

F = Fuerza [N]

A = Área [m²]

Esta presión se transmite a lo largo del tubo y por medio de un fluido hasta un émbolo de sección mayor, cuya área es A₂. Puesto que el sistema se encuentra en equilibrio, las presiones en ambos émbolos son las mismas, de donde se deduce que: (ROCA, 1998 pág. 16)

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (2)$$

2.3 Ventajas y desventajas de un elevador electro-hidráulico.

VENTAJAS:

- **Consumos de corriente muy bajos:** Consumos de corriente muy bajos, producciones en 110 V y 220 V incluso para particulares. Picos de corriente apenas nulos.
- **Grandes Capacidades de Peso:** Son fabricados con sistemas hidráulicos para trabajar con pesos muy elevados, la limitación estará definida de acuerdo a la estructura del elevador, el cual determinara para cuantos kg está construido.
- **No averías o incidencias:** Al no estar contruidos con sistemas de distribución basados en piñones, cadenas y tornillos sin fin, estos no tienen elementos con desgaste físico.
- **Seguridades por bloqueos físicos:** Ofrecen mayor seguridad, debido a que se accionan de forma automática o manual. Los cuales se activan con el mismo peso del vehículo.

- **No necesita de consumo eléctrico para el descenso:** Facilita una descarga controlada en todo momento, y evita el gasto eléctrico debido a que utiliza el propio peso del vehículo.

DESVENTAJAS.

- **Revisión Obligatoria de tornillería de sujeción:** Es un factor indispensable para la seguridad del operario, debido a que estos elevadores están fabricados para trabajar con pesos muchos mayores a los elevadores eléctricos o de tornillo.
- El puente transversal puede limitar alturas de elevación de vehículos altos.

2.4 Elementos electrohidráulicos

En todo circuito hidráulico existe tres partes bien diferenciadas: El grupo generador de presión, el sistema de mando y el actuador. El grupo generador de presión es el órgano motor que transfiere la potencia al actuador para generar trabajo. La regulación de esta transmisión de potencia se realiza en el sistema de mando que está formado por una serie de válvulas.

2.4.1 Bomba hidráulica. La bomba es un elemento hidráulico el cual absorbe energía mecánica que proviene de un motor eléctrico, térmico, transformando la energía mecánica rotatoria en energía hidráulica. (NAJERA, y otros, 2011 pág. 09).

Figura 4. Unidad de potencia.



Fuente: Autores

Muchos creen que la bomba genera presión, ¡NO!, es importante entender que la finalidad de las bombas es proporcionar caudal. La presión hidráulica es la fuerza en

una determinada área, creada por la resistencia a la circulación del fluido. La presión no se puede producir por sí mismo, si no existe una resistencia al flujo.

2.4.1.1 Bombas de engranajes. Este tipo de bomba produce caudal al transportar el fluido entre los dientes de dos engranajes acoplados. Uno de ellos es accionado por el eje de la bomba (motriz), y este hace girar al otro (libre). (CHARA, 2013)

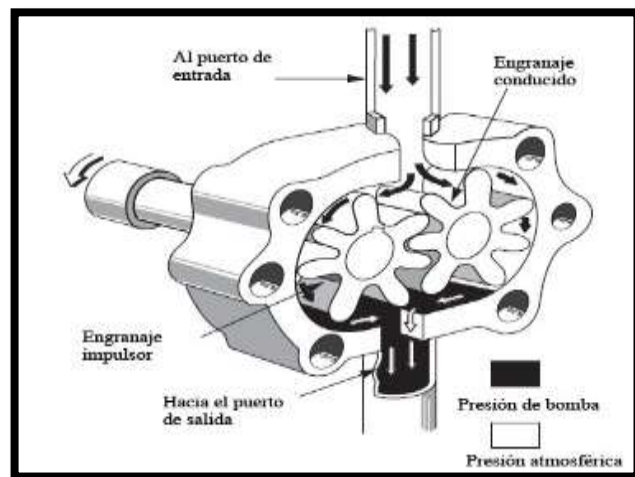
Figura 5. Bomba de engranajes externos.



Fuente: Autores

El funcionamiento es simple, uno de los engranajes hace de conductor y mueve al otro engranaje. La cámara de bombeo está formada entre los engranajes y la carcasa, el fluido circula a través de los dientes de los engranajes, al juntarse los dientes del eje conductor con los del conducido, el aceite es impulsado hacia el orificio de salida (presión). Su rendimiento puede llegar al 90 % (CHARA, 2013)

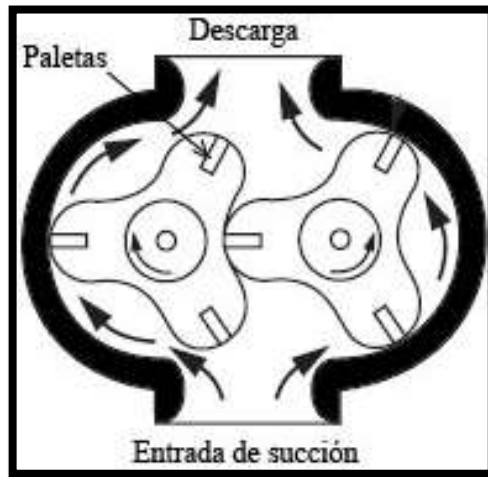
Figura 6. Funcionamiento de la bomba de engranajes externos.



Fuente: http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica9.htm

2.4.1.2 Bomba de lóbulos. Se asemejan al funcionamiento de una bomba de engranajes de dientes externos los cuales giran en sentidos opuestos logrando aumentar el volumen y disminuir la presión y con ello conseguir la aspiración del fluido.

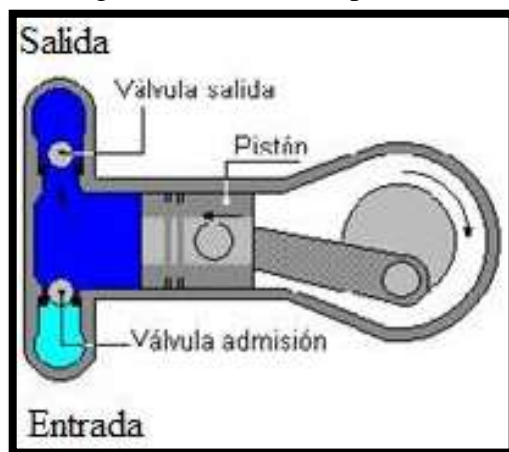
Figura 7. Bomba de lóbulos.



Fuente: http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica9-A.htm

2.4.1.3 Bomba Reciprocante o Alternativa. Es un dispositivo mecánico de desplazamiento positivo, es decir, recibe un volumen fijo de líquido en condiciones casi de succión, lo comprime a la presión de descarga y lo expulsa por la boquilla de descarga.

Figura 8. Bomba Reciprocante.



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos101/bombas-reciprocantes/bombas-reciprocantes.shtml>

En este tipo de bombas el fluido se desplaza mediante movimiento alternativo; al moverse en un sentido succiona y en el sentido inverso expulsa.

2.4.2 Motor eléctrico monofásico asíncrono. Los motores monofásicos, presentan un solo devanado en el estator, que es el devanado inductor. Prácticamente todas las realizaciones de este tipo de motores son con el rotor en jaula de ardilla. En este tipo de motor el rotor nunca llega a girar en la misma frecuencia con la que lo hace el campo magnético del estator, entonces se hace necesario que el rotor gire a una velocidad menor que el campo magnético giratorio del estator.

Dentro de los motores asíncronos se tiene los motores monofásicos de inducción estos poseen un bobinado único en el estator. Este bobinado está devanado generalmente en varias bobinas que se distribuyen en la periferia del estator.

Para hacer arrancar un motor eléctrico se han ideado medios que permitan el arranque automático. El presente proyecto consta de un motor con dos condensadores por lo cual el arranque será por condensador. En aplicaciones más exigentes, en las cuales el par de arranque debe ser mayor, el condensador deberá tener más capacidad para que el par de arranque sea el suficiente.

Figura 9. Motor de arranque por condensador.

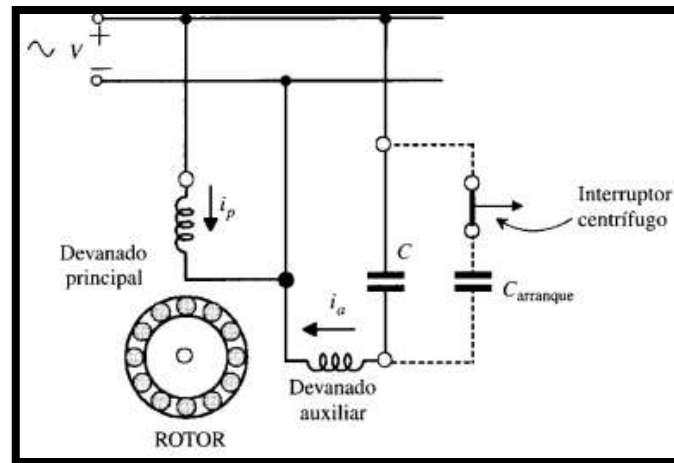


Fuente: Autores

Esto se puede conseguir con dos condensadores:

- Un condensador permanente conectado en serie con uno de los devanados.
- Un condensador de arranque, conectando en paralelo con el permanente en el momento del arranque, para aumentar la capacidad, y que luego será desconectado.

Figura 10. Motor monofásico de arranque por condensador.

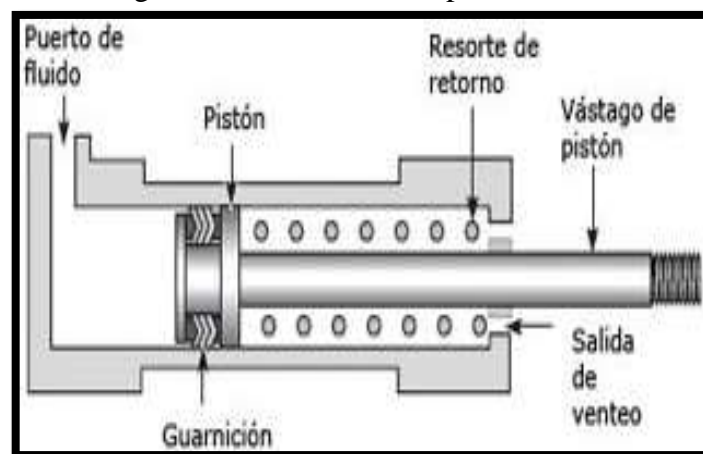


Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos94/arranque-motores-asincronicos/arranque-motores-asincronicos2.shtml>

2.4.3 Cilindros hidráulicos. Los cilindros hidráulicos son los elementos que transforman la energía hidráulica, obtenida en la bomba y regulada y controlada por los distintos elementos de regulación y control, en energía mecánica capaz de desarrollar el movimiento y la fuerza deseada para el trabajo a realizar. Son actuadores que transforman la energía hidráulica en una fuerza lineal. (ROCA, 1998 pág. 89)

2.4.3.1 Cilindros de simple efecto. En estos cilindros el fluido entra y sale por una sola cámara del mismo, mientras que el movimiento en sentido contrario se realiza por fuerzas externas al propio sistema hidráulico (gravedad o fuerzas mecánicas). Estos cilindros pueden también tener el retroceso por muelles, que a su vez pueden estar instalados interior o exteriormente al propio cilindro. (ROCA, 1998 pág. 89)

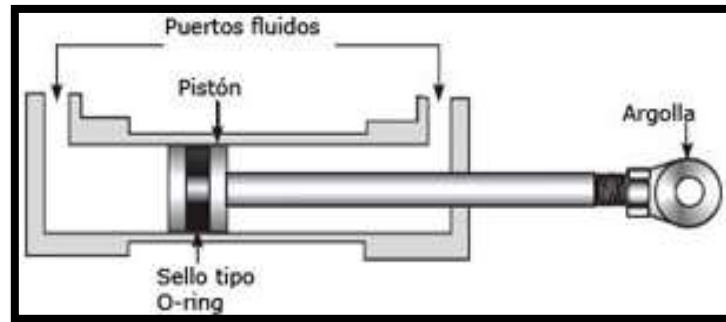
Figura 11. Cilindro de simple efecto.



Fuente: http://www.dirind.com/dim/monografia.php?cla_id=54

2.4.3.2 Cilindro de doble efecto. El desplazamiento en uno y otro sentido del vástago del cilindro se realiza por medio de la presión hidráulica. El cilindro de doble efecto puede estar montado en cualquier posición o dirección ya que el retorno del mismo no se debe a ninguna acción ajena al mismo. (ROCA, 1998 pág. 90)

Figura 12. Cilindro de doble efecto.



Fuente: http://www.dirind.com/dim/monografia.php?cla_id=54

2.5 Accesorios hidráulicos

Los accesorios hidráulicos permiten conectar, desviar, controlar, regular, extender o terminar el recorrido de un fluido estos se clasifican en:

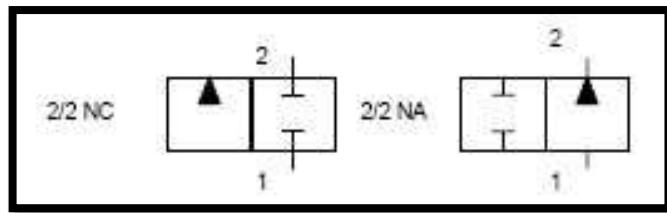
- **Accesorios de derivación.** Permiten diversificar el flujo hacia varios puntos o conjuntar el flujo hacia un punto específico. Ejemplos: Tee, Crucero, Yee, etc.
- **Accesorios de desviación.** Permiten cambiar la dirección del flujo con un ángulo deseado. Ejemplos. Codos, Curvas, etc.
- **Accesorios de regulación del flujo.** Permiten modificar las características del flujo que pasa en un tramo de tubería. Aquí aplican todas las válvulas, sean reguladoras de caudal, reguladoras de presión y reguladoras de sentido (check).

2.5.1 Elementos de desviación y control. Son los encargados de regular el paso del aceite desde las bombas a los elementos actuadores. Estos elementos que se denomina válvulas pueden ser activados de diversas formas: manualmente, solenoides, presión hidráulica estas válvulas se clasifican en:

2.5.1.1 Válvulas de dirección o distribuidoras. Son elementos que modifican el flujo en los circuitos hidráulicos, permiten controlar la dirección del movimiento y la parada de los cilindros y otros actuadores. Se identifican de acuerdo al número de vías y posiciones.

- **Válvulas direccionales de dos vías y dos posiciones.** permiten el paso del fluido desde la entrada (1 conexión presión) hacia las diferentes vías en que debe realizar sus funciones (2 conexión de trabajo), Estas válvulas pueden ser normalmente abiertas o normalmente cerradas. (ROCA, 1998 pág. 60)

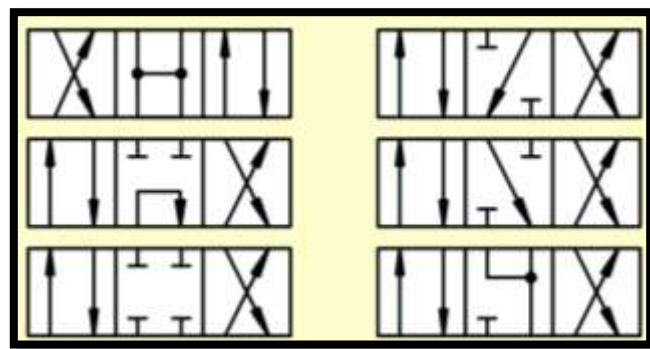
Figura 13. Válvulas direccionales de 2/2.



Fuente: <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica14C.htm>

- **Válvulas direccional 4/3.** Son válvulas de cuatro vías y tres posiciones en las cuales la posición intermedia es determinada por la aplicación que se requiera, siendo las otras dos posiciones normalmente "paralelas" y "cruzadas". (ROCA, 1998)

Figura 14. Válvula direccional 4/3 tipos de centros

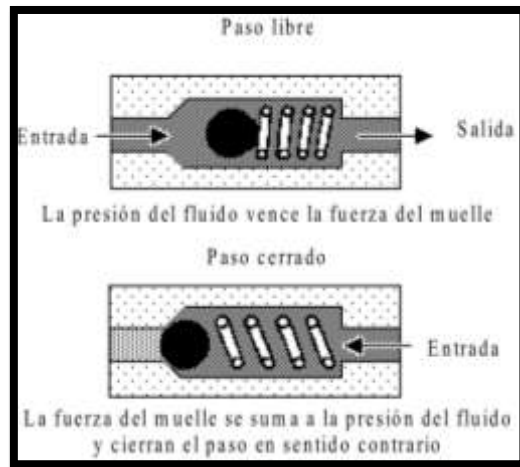


Fuente: <http://www.hidranaven.com/pdf/direccionales.pdf>

2.5.1.2 Válvulas antirretorno. Estas válvulas permiten el flujo en un sentido mientras lo bloquean en el contrario. Es una válvula normalmente cerrada por medio de un cono o una bola, presurizados contra su asiento mediante un muelle. (ROCA, 1998 pág. 57)

Mientras la presión del fluido actúe en contraposición a la del muelle, éste se abrirá permitiendo el paso del fluido en la dirección hacia la vía opuesta; sin embargo, si la presión entra en la válvula por la parte del muelle, esta presión se suma a la propia del muelle bloqueando totalmente el paso y evitando que el fluido pueda ir en sentido contrario al anterior. (ROCA, 1998 pág. 58)

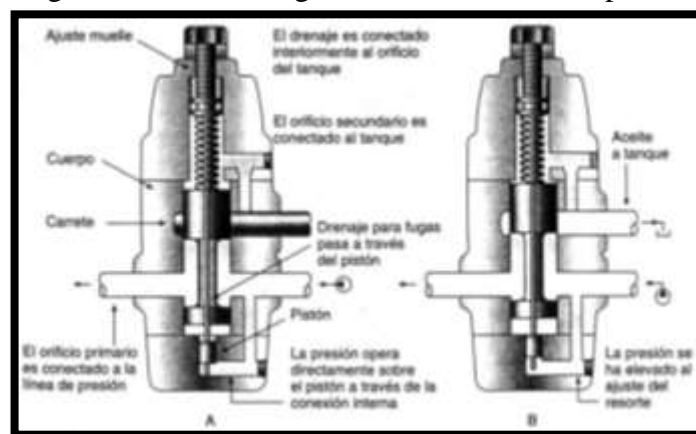
Figura 15. Válvula antirretorno (abierta y cerrada).



Fuente: Felip Roca Ravell, 1998, pág. 57

2.5.1.3 Válvula reguladora o reductora de presión. Las válvulas reductoras de presión son controladores de presión, normalmente abiertos, utilizados para mantener presiones reducidas en ciertas partes de un circuito. Las válvulas son actuadas por la presión de salida, que tiende a cerrarlas cuando se llega a la precarga de la válvula, evitándose así un aumento de presión no deseado. (ROCA, 1998)

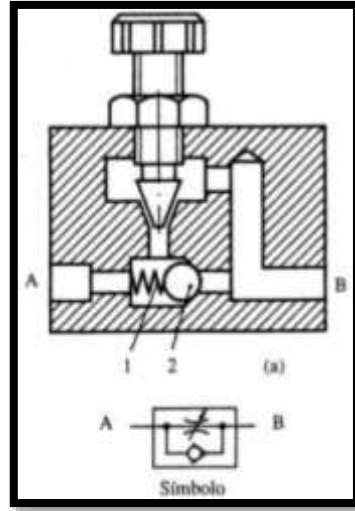
Figura 16. Válvula reguladora o reductora de presión.



Fuente: <http://www.ing.unlp.edu.ar/aeron/laclyfa/Carpetas/Catedra/Archivos/Hidraulica%20A.pdf>

2.5.1.4 Válvula reguladora de caudal. Las válvulas reguladoras de caudal son las que delimitan el volumen de líquido por unidad de tiempo que pasa a través del sistema hidráulico, tienen por función regular la velocidad de un actuador (cilindro). (ROCA, 1998 pág. 63)

Figura 17. Reguladora de flujo unidireccional.



Fuente:<http://www.ing.unlp.edu.ar/aeron/laclyfa/Carpetas/Catedra/Archivos/Hidraulica%20A.pdf>

2.6 Transmisión de Potencia

Transmite la fuerza y el movimiento desde un punto hasta otro distinto, siendo en ambos casos el mismo tipo de movimiento.

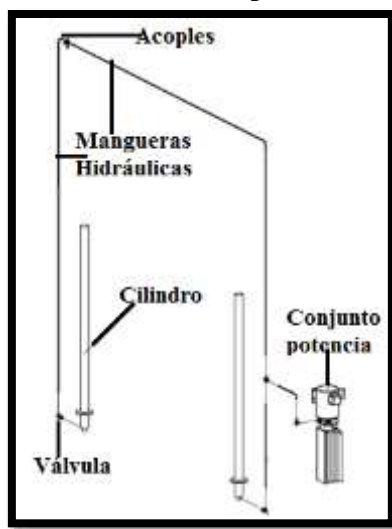
La transmisión de potencia se puede dividir en:

- Transmisión de potencia Hidráulica.
- Transmisión de potencia mecánica.

2.6.1 Transmisión de potencia Hidráulica. Se obtiene al empujar un fluido confinado (aceite) a gran presión de una área a otra. El componente de empuje de entrada del sistema se llama bomba y el empuje de salida es un actuador. Son utilizadas para transferir el movimiento a distancias largas o a sitios de difícil acceso.

El sistema hidráulico no es una fuente de energía. La fuente de energía es un primer impulsor tales como un motor eléctrico que impulse la bomba.

Figura 18. Transmisión de potencia Hidráulica.



Fuente: Autores

2.6.1.1 Aceite Hidráulico. Un fluido oleo hidráulico es un transmisor de potencia, al mismo tiempo que debe transformar, controlar y transmitir los esfuerzos mecánicos a través de una variación de presión o de flujo. (NAJERA, y otros, 2011)

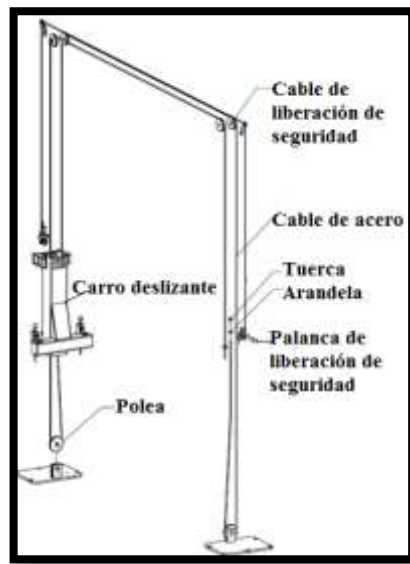
Todo fluido hidráulico debe cumplir cuatro objetivos principales:

- Transmitir potencia: como medio transmisor de potencia, el fluido debe poder circular fácilmente por el circuito con la menor pérdida de carga
- Lubricar y proteger: en la mayoría de los mecanismos hidráulicos, la lubricación interna la proporciona el fluido con el fin de reducir la fricción entre los elementos que se deslizan uno contra otro, sobre una película del fluido
- Estanquidad: en muchos casos el fluido cumple funciones de sellante o junta dentro de los mecanismos.
- Refrigerar: las fugas internas y el rozamiento interno de los componentes hidráulicos generan calor; este calor debe ser distribuido ya sea mediante los dispositivos adecuados (intercambiadores) y a través de las líneas y tanques de almacenamiento. la función del fluido es transportar ese calor generado a los puntos donde será disipado para evitar puntas de temperatura en los puntos de generación.

2.6.2 Transmisión de potencia mecánica. Es el mecanismo encargado de transmitir la potencia en función del movimiento entre dos o más componentes sólidos dentro de una máquina para su correcto funcionamiento. En gran parte la transmisión de potencia se efectúa a través de elementos rotantes, debido a que la transmisión por rotación ocupa menos espacio en comparación a la transmisión por traslación.

2.6.2.1 Transmisión por Polea. Es una rueda con una ranura que gira alrededor de un eje por la que se hace pasar una cuerda o cable que permite vencer una resistencia de forma cómoda aplicando una fuerza. La transmisión es angular-lineal de este modo podemos elevar pesos hasta cierta altura, pues el movimiento de entrada y salida es lineal.

Figura 19. Transmisión por Polea.

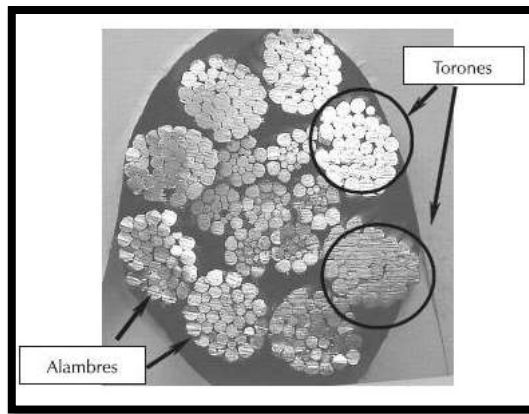


Fuente: Autores

2.6.2.2 Transmisión por cables. Los cables son elementos cuya función básica consiste en transmitir potencia mecánica lineal, sirviendo de multiplicadores de fuerza cuando se utilizan, combinándolos convenientemente con poleas en máquinas de elevación y transporte. (ESPEJO, y otros, 2007 pág. 77)

Los cables consisten de un entramado de alambres individuales que forman torones, los cuales a su vez se entrelazan para dar el cuerpo total del cable. La cantidad y diámetro de alambres y torones dependen de la magnitud de la carga a izar y del diámetro de las poleas alrededor de las cuales se deben enrollar. (ESPEJO, y otros, 2007)

Figura 20. Configuración de un cable de transmisión mecánica



Fuente: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092007000100010&lng=en

2.7 Sistema de control electro-hidráulico.

Un sistema de control electrohidráulico es un conjunto de elementos que, dispuestos en forma adecuada y conveniente, producen energía electrohidráulica partiendo de otra fuente, que normalmente es electromecánica (motor eléctrico) o termo mecánica (motor de combustión interna).

2.7.1 Interruptor de límite. Son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido de un elemento móvil, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito. Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados. (HERRERA, 2014)

Figura 21. Interruptor de límite.



Fuente: Autores

Estos sensores tienen dos tipos de funcionamiento: modo positivo y modo negativo. En el modo positivo el sensor se activa cuando el elemento a controlar tiene una tarea que

hace que el eje se eleve y conecte el objeto móvil con el contacto NC. Cuando el muelle (resorte de presión) se rompe el sensor se queda desconectado. El modo negativo es la inversa del modo anterior, cuando el objeto controlado tiene un saliente que empuje el eje hacia abajo, forzando el resorte de copa y haciendo que se cierre el circuito. En este modo cuando el muelle falla y se rompe permanece activado. (HERRERA, 2014)

2.8 Normas que se utilizan para la instalación de un elevador electro-hidráulico en un taller automotriz.

2.8.1 Norma española UNE-EN1493; febrero 2011

Correspondencia.- Esta norma es la versión oficial, en español, de la norma Europea EN1493; 2010.

Observaciones.- Esta norma anula y sustituye a la norma UNE-EN1493; 1999 + A1:2009.

2.8.1.1 Objeto y Campo de aplicación. Esta norma europea se aplica a los elevadores de vehículos fijos, móviles y desplazables que no estén previstos para la elevación de personas pero que están diseñados para elevar todo el vehículo con el fin de permitir los trabajos de verificación de mantenimiento y de reparación sobre o bajo el vehículo cuando este en posición elevada. (AENOR, 2011)

2.8.1.2 Puntos significativos de la norma para elevadores de dos columnas.

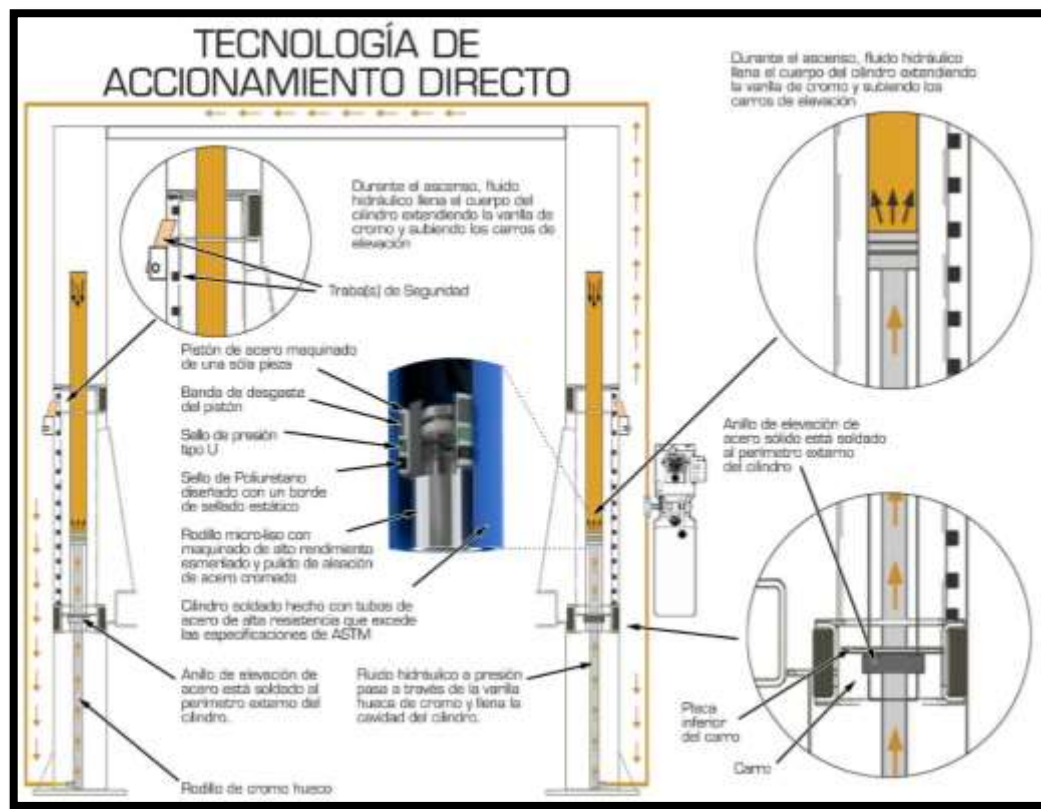
- Construcción, pruebas estáticas y dinámicas del elevador según EN1493:2010.
- El manual de instrucciones en el idioma original del fabricante e idioma del país comercialización con todo tipo de detalles (Castellano).
- Los brazos del elevador dos columnas en su máxima extensión deben soportar siempre el tonelaje marcado en etiquetas CE.
- Cualquier elevador sobre el chasis de mayor 3,51 toneladas soportara pruebas de carga más exigentes según EN1493; 2010 vs EN1493; 1998.

- Los calzos de dos columnas permiten solo una extensión y deben soportar 1000 N fuerza.
- Los sistemas de los brazos de dos columnas deberán soportar 1500 N de fuerza.
- Los tornillos de anclaje deben de ser de calidad y según especificaciones del fabricante.
- El suelo debe reunir siempre las condiciones técnicas exigidas por el fabricante asegurando la estabilidad.
- La velocidad de elevación y descenso no será mayor a 0,15 m/s.
- La puesta en marcha y revisiones periódicas deben verificarse que el elevador y sus dispositivos de protección y seguridad están correctamente instalados y funcione correctamente.
- Inspección periódica según el libro de inspección del fabricante por el personal competente.
- En las columnas móviles y otros elevadores en los que no se pueda visualizar todo el área de trabajo deberán incluir un sistema de emergencia en cada columna.
- La maquinaria (Elevador) deberá estar etiquetada correctamente (fabricante-modelo- año de fabricación- país fabricante).
- Desde el año de 1997 el puesto del elevador y espacios colindantes con otras máquinas deben cumplir medidas mínimas aconsejadas además de una correcta señalización.
- Maquinarias anteriores a 1994 no cumplen con las condiciones actuales de seguridad mínimas RD1215/1997.
- El ruido de mayor a 70 db (decibelios) a 1m de la fuente, es factor de riesgo y se debe indicar en el manual. (AENOR, 2011).

2.9 Avances tecnológicos en la optimización de los elevadores automotrices tipo dos columnas.

2.9.1 Tecnología de transmisión directa o accionamiento directo. Los elevadores de autos cuentan con cilindros de baja presión HVLP High Volume Low Pressure (Alto Volumen Baja Presión) de accionamiento directo eliminando de esta manera la necesidad de cadenas de empuje o mecanismos atornillados que se encuentran comúnmente en otros diseños de equipos de elevación. Doble cilindros de baja presión HVLP minimizan las fugas y ofrecen una mayor fiabilidad, un funcionamiento sin problemas y menos costos de mantenimiento durante la vida útil de dicho elevador automotriz. (BENDPAK, 2010).

Figura 22. Tecnología de transmisión directa.



Fuente: <http://www.bendpak.com/Direct-Drive-Car-Lift-Technology.pdf>

2.9.2 Elevadores electromecánicos de columnas móviles. Garantiza máxima seguridad de trabajo, mayor duración y reduce las intervenciones de mantenimiento, ya que la lubricación de sus husillos es automática. (RAVAGLIOLI, 2014).

Un dispositivo de seguridad mecánico impide la elevación de la carga en caso del desgaste total de la tuerca portante.

Figura 23. Elevadores electromecánicos de columnas móviles.



Fuente: <http://www.ravaglioli.com/es/prodotti/sollevatori/colonne-mobili/elettromeccanici/rav210-270/rav-210-270>

2.9.2.1 Características de construcción. Este tipo de elevadores las columnas son en láminas de acero rectangular con perfiles de deslizamiento en acero de alta resistencia. Rodillos de desplazamiento del carro de acero con casquillos autolubricantes (RAVAGLIOLI, 2014)

- Tiene motorreductor autofrenante acoplado directamente al husillo de elevación.
- Lubricación automática del grupo husillo-tuerca.
- Base de apoyo a tierra de gran tamaño para la máxima estabilidad con carga.
- De acuerdo a su funcionalidad tenemos 2 tipos de equipamientos uso interno o uso externo y de acuerdo a su configuración podemos tener un set de 4, 6 u 8 columnas.
- Mandos de baja tensión (24 V) en la columna principal, con pulsadores a hombre presente.
- Husillo de elevación en acero prensado con tuerca portante y tuerca de seguridad en bronce y una bomba para la lubricación automática del grupo husillo-tuerca. (RAVAGLIOLI, 2014)

Figura 24. Columnas móviles RAV 270, RAV 210-220-230.



Fuente: <http://ravaglioli.com/wp-content/uploads/2015/01/RAV-210-270-OK.pdf/>

2.9.2.2 Características funcionales. Este tipo de elevador consta con un dispositivo electrónico de control sincronización (controlador programable - PLC - con sistema de autodiagnos) con funciones de reajuste automático al rebasar el desfase máximo admitido y bloqueo de seguridad. (RAVAGLIOLI, 2014)

La lubricación de los husillos es automática y está asegurada por medio de un sistema de lubricación permanente con filtros instalados en el interior de un tanque de aceite situado directamente encima de la tuerca portante. Este sistema garantiza una lubricación eficaz durante los movimientos de subida y bajada. (RAVAGLIOLI, 2014)

Este tipo de elevador cuenta con un cuadro eléctrico principal con todos los mandos de selección y control en la columna principal.

Figura 25. Caja principal de control



Fuente: <http://ravaglioli.com/wp-content/uploads/2015/01/RAV-210-270-OK.pdf>

También consta con un cuadro eléctrico secundario en la columna secundaria únicamente con los mandos de subida y bajada. Pulsador de emergencia.

Figura 26. Caja secundaria de control.



Fuente: <http://ravaglioli.com/wp-content/uploads/2015/01/RAV-210-270-OK.pdf>

2.9.2.3 Versiones especiales. Para carretillas. Capacidad 5. 500 kg por columna

Figura 27. . Versiones especiales para carretilla.



Fuente: <http://ravaglioli.com/wp-content/uploads/2015/01/RAV-210-270-OK.pdf>

Carro universal predispuesto para el montaje de soportes especiales útiles en condiciones particulares como la elevación de medios sobre rieles.

Figura 28. Versiones especiales con carro universal.



Fuente: <http://ravaglioli.com/wp-content/uploads/2015/01/RAV-210-270-OK.pdf>

Figura 29. Soporte para diámetro de rueda de hasta 2000 mm.



Fuente: <http://ravaglioli.com/wp-content/uploads/2015/01/RAV-210-270-OK.pdf>

Todos los dispositivos de selección se encuentran en la consola móvil y solamente desde esta se pueden activar los mandos colectivos de las columnas seleccionadas.

Figura 30. Consola móvil.



Fuente: <http://ravaglioli.com/wp-content/uploads/2015/01/RAV-210-270-OK.pdf>

CAPITULO III

3 ANÁLISIS DEL ESTADO TÉCNICO ACTUAL DEL ELEVADOR ELECTRO-HIDRÁULICO

En el presente capítulo se presenta un análisis minucioso del estado técnico-actual de cada uno de los componentes y piezas que constituyen el elevador electro-hidráulico tipo dos columnas, mediante una inspección general de todo el mecanismo, para determinar las condiciones necesarias de operación.

3.1 Determinación del estado actual del elevador electro-hidráulico.

El análisis del estado técnico se realizó de acuerdo a cada sistema que conforma el elevador electro-hidráulico, encontrando diferentes anomalías las cuales se presentan a continuación.

3.1.1 Inspección y determinación del conjunto estructural.

- **Columnas.** En su aspecto físico las columnas presentaban un deterioro, sobre todo en la pintura, lo cual ocasionaba que el componente sea, propenso a la corrosión. Además de esto también se encontraban llenas de polvo y suciedad.

Figura 31. Deterioro en las columnas.



Fuente: Autores

- **Puente del elevador.** De igual manera que las columnas, este elemento también presentaban suciedad y corrosión.

Figura 32. . Puente del elevador.



Fuente: Autores

- **Poleas.** Se encontraban en buenas condiciones de funcionamiento, con unas pequeñas muestras de corrosión, suciedad y se determinó la necesidad de reemplazar los pasadores de seguridad.

Figura 33. Deterioro en la superficie de las poleas.



Fuente: Autores

- **Carros deslizantes de las columnas.** Por su falta de funcionamiento el carro se encontraba remordido debido a que estaba almacenado en los talleres de la Escuela. De igual manera que los anteriores presentaban corrosión y suciedad.

Figura 34. Carro deslizante.



Fuente: Autores

- **Brazos del elevador.** En cuanto a su estructura no presentaban ninguna anomalía. Únicamente requerían el reemplazo de las almohadillas de elevación, limpieza de los brazos y engrase de los pivotes.

Figura 35. Brazos del elevador.



Fuente: Autores

- **Cable de liberación de seguridad.** Requería el reemplazo, debido a la deformación y sus hilos sueltos.

Figura 36. . Cable de seguridad en mal estado.



Fuente: Autores

- **Resortes de seguridad.** Presentaban deformación y pérdida de elasticidad.

Figura 37. Resortes de seguridad en mal estado.



Fuente: Autores

- **Mecanismo de seguridad.** Requería de lubricación y limpieza.

Figura 38. Mecanismo de seguridad.



Fuente: Autores

3.1.2 Inspección y determinación de piezas y componentes del circuito eléctrico.

- **Caja eléctrica.** Se procedió a revisar el correcto funcionamiento del circuito eléctrico, se conectó el cable bifásico a una toma de 220 V y se acciono el interruptor, comprobando que se encontraba en perfectas condiciones. Únicamente para este procedimiento fue necesario realizar una limpieza de todos los componentes y reemplazar el seguro de la caja.

Figura 39. Caja eléctrica de control.



Fuente: Autores

- **Contactores.** Se comprobó que dichos componentes al momento de presionar el interruptor estos no se queden cerrados o abiertos, determinando su mal funcionamiento debido a que estos se quedaban cerrados.

Figura 40. Contactores.



Fuente: Autores

- **Interruptor de límite.** Presentaba una rotura en la zona mediante la cual toma el valor de la altura a la que se encuentra el carro del elevador para cortar el circuito de accionamiento de todo el sistema.

Figura 41. Interruptor de límite obsoleto.



Fuente: Autores

- **Cables de conexión a 220 V.** Presentaban una mala distribución y una incorrecta selección de los cables.

Figura 42. Cables de conexión a 220 V.



Fuente: Autores

- **Motor eléctrico.** Requería de un mantenimiento preventivo.

Figura 43. Motor eléctrico.



Fuente: Autores

3.1.3 *Inspección y evaluación de piezas y componentes del circuito hidráulico.*

- **Bomba.** Requería mantenimiento preventivo.

Figura 44. Bomba hidráulica.



Fuente: Autores

- **Filtro.** Presentaba partículas de suciedad, por lo que se realizó su sustitución.

Figura 45. Filtro.



Fuente: Autores

- **Mangueras hidráulicas.** Se hallaban deterioradas.

Figura 46. Manguera hidráulica.



Fuente: Autores

- **Cilindros.** Se encontraban en buenas condiciones de funcionamiento, únicamente requerían de una limpieza al hallarse con suciedad (mezcla de polvo y grasa).

Figura 47. Cilindros hidráulicos.



Fuente: Autores

- **Válvulas.** Se encontraban aptas para su utilización, requerían de una limpieza.

Figura 48. Válvulas.



Fuente: Autores

3.1.4 Síntesis del estado técnico - actual de los diferentes componentes del elevador, anterior a su rehabilitación.

Tabla 1.Estado técnico de los componentes del elevador

| Elementos | Condición técnica actual | | | | Acciones |
|----------------------------------|--------------------------|-------|---------|------|-------------------------|
| | Excelente | Bueno | Regular | Malo | |
| Columnas | | x | | | Limpiar, lijar, pintar. |
| Puente del elevador | | x | | | Limpiar, lijar, pintar. |
| Poleas | | x | | | Limpiar, engrasar |
| Pasadores de seguridad | | | | x | Reemplazar |
| Carros deslizantes | | x | | | Limpiar, lijar, pintar. |
| Brazos del elevador | | x | | | Limpiar, lijar, pintar. |
| Almohadillas de goma | | | | x | Reemplazar |
| Pivotes de los brazos | | x | | | Engrasar |
| Cable de liberación de seguridad | | | | x | Reemplazar |
| Resortes de seguridad | | | | x | Reemplazar |
| Mecanismo de seguridad | | x | | | Limpieza y lubricación |
| Caja de control eléctrica | | x | | | Limpiar |
| Seguro de la caja de control | | | | x | Reemplazar |
| Contactores | | | | x | Reemplazar |
| Sensor de seguridad | | | | x | Reemplazar |
| Cables de conexión a 220 V | | | | x | Reemplazar |
| Motor eléctrico | | x | | | Mantenimiento |
| Bomba Hidráulica | | x | | | Mantenimiento |
| Filtro | | | | x | Reemplazar |
| Depósito de fluido hidráulico | | x | | | Limpiar, Pintar |
| Tapón de llenado del deposito | | | | x | Reemplazar |
| Mangueras hidráulicas | | | | x | Reemplazar |
| Cilindros | | x | | | Limpiar |
| Válvulas | | x | | | Limpiar |

Fuente: Autores

3.2 Análisis mediante ensayos no destructivos en los puntos concentradores de esfuerzos del conjunto estructural.

El siguiente análisis se lo realizó para comprobar la fatiga en los puntos de mayor concentración de esfuerzos, el cual al realizar una examinación de los puntos más críticos (sueldas, cambio de sección, puntos de pivote, etc.) de todo el conjunto estructural, se determinó que la zona de mayor concentración de esfuerzos son los brazos del elevador debido a que presenta cambios de sección y sueldas. Además es el lugar donde soportará el mayor peso del vehículo.

De lo anterior mencionado uno de los métodos empleados para comprobar la fatiga en los materiales es el proceso de inspección de soldadura por líquidos penetrantes, para

determinar la presencia de defectos superficiales como: grietas, poros, traslapes, laminaciones, faltas de fusión, etc. en superficies con acabado normal de soldadura.

Para el proceso de inspección de soldadura por líquidos penetrantes se utilizó la norma **ASTM E 165** el cual especifica el procedimiento a seguir para realizar este ensayo.

3.2.1 Descripción del proceso

- Determinar el kit de tintas penetrantes (limpiador, penetrante y revelador) a usarse durante el ensayo.

Figura 49. Kit de tintas penetrantes



Fuente: Autores

- Realizar la preparación y limpieza de la superficie donde se va a realizar el ensayo, utilizando el limpiador o cleaner.

Figura 50. Limpieza de la superficie.



Fuente: Autores

- Aplicar en la superficie el líquido penetrante (rojo).

Figura 51. Aplicación del líquido penetrante



Fuente: Autores

- Esperar 5-10 minutos como tiempo de penetración.
- Limpiar el exceso de penetrante de la superficie, con la ayuda del cleaner.

Figura 52. Limpieza de la superficie



Fuente: Autores

- Aplicar el revelador (blanco) a la superficie del ensayo.

Figura 53. Aplicación del revelador



Fuente: Autores

- Esperar 5-10 minutos como tiempo de revelado
- Inspeccionar la superficie, buscando la presencia de discontinuidades.

Figura 54. Inspeccionar presencia de discontinuidades



Fuente: Autores

Luego de haber realizado la respectiva inspección de la suelda se puede apreciar en la figura 54, un cordón de soldadura uniforme en el cual existen porosidades en porcentaje inferior al permisible en soldaduras. Según la tabla de imágenes radiográficas máximas aceptables para una suelda de 6 mm con un número de porosidades es inferior a 4.

Tabla 2. Imágenes radiográficas máximas aceptables

| Medidas en mm | | 2 | 1 | CADA UNA | 2 | TOTAL | 2 | TOTAL |
|---|--|--|-----------------|----------------------------|---------------------------|-------|----|-------|
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | 4 | 4 | |
| 6 | | | | | | 6 | 6 | |
| 10 | | | | | | 9 | 9 | |
| 12 | | | | | | 10 | 10 | |
| 20 | | | | | | 10 | 10 | |
| SECCIÓN TRANSVERSAL DE UNA SOLDADURA TÍPICA | | (1) ALARGADAS | (3) REDONDEADAS | (4) GRUPOS (NIDO DE POROS) | (5)* SALPICADURAS AL AZAR | | | |
| | | *(5) INDEPENDIENTE DE (1) Y (3) *(5) PUEDE ESTAR TAMBIÉN EN COMBINACIÓN CON (1) O (3) A PESAR QUE NO SE MUESTRA | | | | | | |

Fuente: Autores

CAPITULO IV

4 REHABILITACION E IMPLEMENTACIÓN DEL ELEVADOR ELECTRO-HIDRÁULICO.

En este capítulo se procedió a realizar la rehabilitación e implementación del elevador electro-hidráulico, luego de haber realizado un análisis minucioso del estado técnico actual de cada una de las piezas y componentes, razón por la cual se han tomado en cuenta los siguientes procedimientos.

4.1 Selección de piezas y componentes del elevador electro – hidráulico.

4.1.1 Mangueras hidráulicas. Para la selección de las mangueras hidráulicas, una de las características importantes es la presión de trabajo debido a que este sistema emplea presiones muy elevadas.

De lo mencionado en el capítulo anterior, las mangueras hidráulicas se encontraban deterioradas, por lo que se procedió a tomar los datos técnicos que viene detallada en la superficie de la misma, para luego conjuntamente con el catalogo del fabricante definir si el mencionado elemento es el correcto. La selección de la manguera hidráulica se realizó de acuerdo a la presión y al diámetro interior que se necesitaba para este caso es una presión de 4061 psi y diámetro interior de 3/8 in, puesto que los acoples (macho, hembra) estaban en buenas condiciones y se requería que la manguera conectara con los acoples.

Figura 55. Datos técnicos de la manguera hidráulica.



Fuente: Autores

Tabla 3. Catálogo de mangueras de alta presión

M002



| N° Código | Diámetro interior manguera | | Número de la medida | Presión de trabajo | | Presión mínima de rotura | | Cambio longitudinal (%) bajo presión | Ø exterior trenzado alambre (mm) | Ø exterior manguera (mm) | Radio mínimo de curvatura (mm) |
|-----------------|----------------------------|------------|---------------------|--------------------|-------------|--------------------------|--------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| | pulgadas | milímetros | | Kg/cm² | Lb/pulg² | Kg/cm² | Lb/pulg² | | | | |
| 03C2T-05 | 3/16" | 4,8 | 3 | 422 | 6000 | 1688 | 24000 | +0, -6 | 11,3 | 13,2 | 89 |
| 04C2T-06 | 1/4" | 6,4 | 4 | 408 | 5800 | 1632 | 23200 | +2, -4 | 12,7 | 14,7 | 102 |
| 06C2T-10 | 3/8" | 9,5 | 6 | 337 | 4800 | 1348 | 19200 | +2, -4 | 16,7 | 18,5 | 127 |

MANGUERA SELECCIONADA

Fuente: <http://poberaj.com.ar/pdf/fichas/m002m-poberaj-sa.pdf>

De acuerdo a los datos anteriores, se optó por seleccionar la manguera hidráulica recomendada por el fabricante GATES indicada en la figura anterior. SAE 100 R2AT de diámetro de 3/8 in y presión de 4800 psi.

4.1.2 Interruptor de límite. La selección del interruptor de límite, al igual que en el caso anterior se procedió a tomar los datos técnicos que vienen detallados en la superficie del elemento averiado: voltaje 250V con un amperaje de 5A datos a tener en cuenta para realizar una correcta selección del elemento.

Figura 56. Catálogo para interruptores de límite.



Fuente: http://www.camscointernational.com/productos/finales_de_carrera.html

El elemento mostrado en la figura 56 fue seleccionado debido a que sus características son similares al elemento averiado: voltaje 250 V, amperaje 5A y la configuración NC (normalmente cerrado), además de contar con una varilla oscilante de resorte, el cual entra en contacto con el carro deslizante desactivando el circuito eléctrico.

4.1.3 Cable sucre concéntrico bifásico (2x12). Debido, a que se había realizado una incorrecta selección del conductor para energizar el mecanismo este debe ser sustituido. La selección del nuevo conductor se realizó tomando en cuenta que el elevador funciona con un voltaje de 220 V y un amperaje de 18 A. Además se hace necesario que el conductor sea de calibre 12 bifásico. El catalogo fue tomado del fabricante INCABLE.

Tabla 4.Catálogo del cable sucre bifásico.

| Código Producto | Calibre (AWG o kcmil) | Espesor Aislación PE (mm) | Espesor Chaqueta PVC (mm) | Diámetro Exterior (mm) | Peso Aprox. (kg/km) | Amperaje (A) | EMBALAJE | TRENDS (m) |
|-------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|--------------|----------|------------|
| Calibre 18 | | | | | | | | |
| 44-3001 | 2 X 18 | 0,68 | 0,80 | 6,70 | 58,1 | 10 | BB 1,00 | 7,200 |
| 44-3002 | 3 x 18 | 0,68 | 0,80 | 7,07 | 67,5 | 10 | BB 1,00 | 6,400 |
| 44-3003 | 4 X 18 | 0,68 | 0,80 | 7,73 | 80,9 | 10 | BB 1,00 | 5,400 |
| Calibre 16 | | | | | | | | |
| 44-3004 | 2 X 16 | 0,68 | 0,80 | 7,32 | 74,6 | 13 | BB 1,00 | 6,000 |
| 44-3005 | 3 X 16 | 0,68 | 0,80 | 7,78 | 89,2 | 13 | BB 1,00 | 5,300 |
| 44-3006 | 4 X 16 | 0,68 | 0,80 | 8,52 | 108,2 | 13 | BB 1,00 | 4,400 |
| Calibre 14 | | | | | | | | |
| 44-3007 | 2 X 14 | 0,79 | 0,80 | 8,50 | 104,6 | 18 | BB 1,00 | 4,500 |
| 44-3008 | 3 X 14 | 0,79 | 0,80 | 9,02 | 126,0 | 18 | BB 1,00 | 4,000 |
| 44-3009 | 4 X 14 | 0,79 | 0,80 | 9,95 | 154,9 | 18 | BB 1,00 | 3,200 |
| Calibre 12 | | | | | | | | |
| 44-3010 | 2 X 12 | 0,79 | 0,80 | 9,46 | 140,2 | 25 | BB 1,00 | 3,500 |
| 44-3011 | 3 X 12 | 0,79 | 0,80 | 10,05 | 172,2 | 25 | BB 1,00 | 3,200 |
| 44-3012 | 4 X 12 | 0,79 | 1,19 | 11,85 | 232,6 | 25 | BB 1,30 | 3,900 |

Fuente: <http://www.kywi.com.ec/files/Catalogo%20de%20Cobre.pdf>

El conductor seleccionado mostrado en la tabla 4 cumple con las características mencionadas anteriormente. Conductor bifásico, de diámetro de 12 in, Amperaje de hasta 25 A para un voltaje de hasta 600 V.

4.2 Cálculos para la unidad de potencia

Se realizó los cálculos para la unidad de potencia, los mismos que son necesarios para verificar las condiciones actuales de funcionamiento, recogiendo los datos del elevador electro-hidráulico y del catálogo del fabricante. A continuación se describirá los parámetros técnicos de la unidad de potencia.

Tabla 5. Parámetros técnicos de la unidad de potencia hidráulica

| | |
|-------------------------------------|---------------------|
| Presión nominal | 200 bar |
| Tipo de bomba | Engranajes externos |
| Numero de dientes de los engranajes | 9 |
| Caudal de operación. | 2,6 gpm |
| Voltaje de operación | 220 V AC |
| Amperaje de operación | 18 A |
| Potencia de motor | 2 Hp |
| Revoluciones del motor | 3500 rpm |
| Capacidad de tanque de aceite | 17 l |
| Modo de ensamble | Vertical |

Fuente: Autores.

4.2.1 *Determinación del caudal de la bomba.* Para el cálculo del caudal de la bomba se tomó en cuenta tres parámetros importantes; el tiempo de elevación (t), recorrido o carrera (C) y diámetro interno del cilindro hidráulico (Di). Dicho valor de caudal nos permitirá conocer la potencia del motor necesaria para accionar todo el mecanismo.

Datos:

Di = 55 mm (0,055 m)

C = 1800 mm (1,8 m)

t = 57 s (tiempo recomendado para la elevación de vehículos)

Para el cálculo del caudal de la bomba se utiliza la siguiente ecuación.

$$Q = \frac{\pi * Di^2 * C}{4 * t} \quad (3)$$

Dónde:

Q = Caudal (gal/min)

Di = Diámetro interior del cilindro (m)

C = Carrera útil del pistón (m)

t = Tiempo de elevación (s)

$$Q = \frac{\pi * (0,055 \text{ m})^2 * 1,8 \text{ m}}{4 * 57 \text{ s}}$$

$$Q = 7,50 * 10^{-5} \frac{m^3}{s}$$

$$Q = 1,18 \frac{gal}{min} \text{ (Para un cilindro)}$$

Se debe multiplicar por 2, debido a que el elevador tiene 2 cilindros.

$$Q_{total} = 1,18 \frac{gal}{min} * 2$$

$$Q_{total} = 2,4 \frac{gal}{min}$$

Con una cilindrada de la bomba:

$$cilindrada = \frac{Q_{th}}{n}$$

Donde:

$n = 3500 \text{ rpm}$ (número de revoluciones)

$Q_{th} = \text{Caudal teórico en (gal/min)} = 2,6 \text{ gal/min}$ (especificado en la placa de datos técnicos del equipo)

$$cil = \frac{2,6 \frac{gal}{min}}{3500 \text{ rpm}}$$

$$cil = 3,36 \frac{cm^3}{rev}$$

Con un rendimiento volumétrico (η_v)

$$\eta_v = \frac{Q_r}{Q_{th}} * 100\%$$

$$\eta_v = \frac{2,4 \frac{gal}{min}}{2,6 \frac{gal}{min}} * 100\%$$

$$\eta_v = 0,93 = 93\%$$

4.2.2 Determinación de la potencia del motor. La potencia del motor eléctrico se calcula en función de la potencia del fluido dividido para un valor de rendimiento total.

$$Potencia\ motor = \frac{potencia\ del\ fluido}{\eta_{total}} \quad (4)$$

Así mismo la potencia del fluido se calcula en función de la presión que se ejercerá en los cilindros y el caudal que va a generar la bomba.

$$Potencia\ del\ fluido = P * Q \quad (5)$$

Donde:

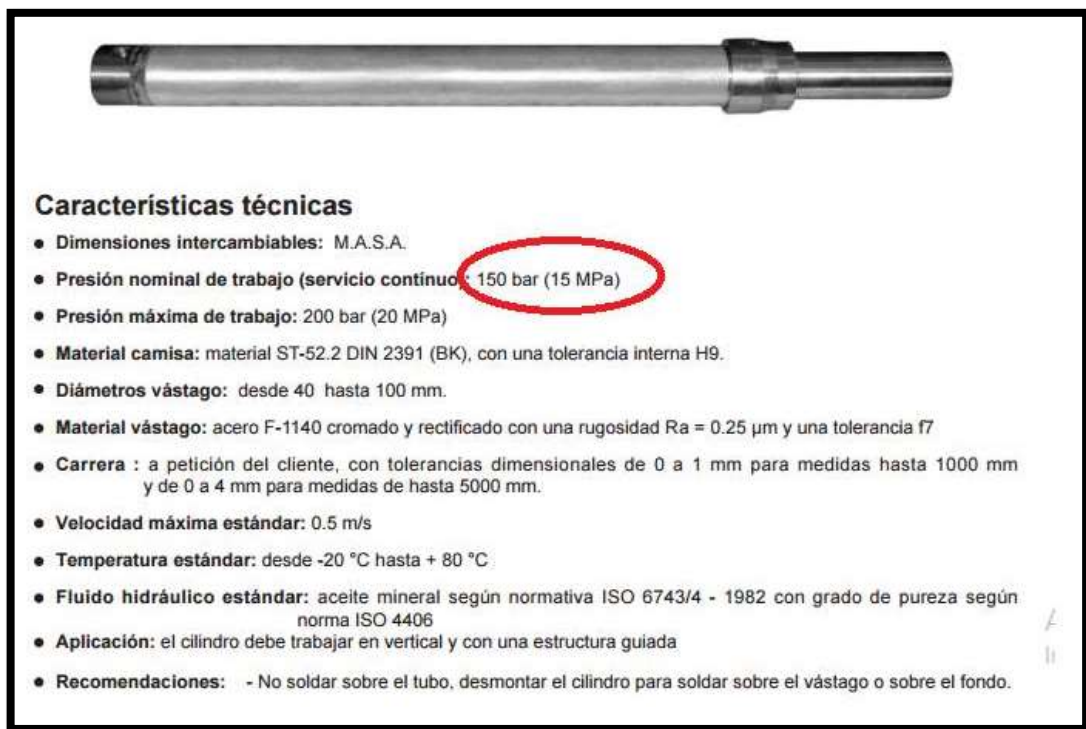
Potencia en Hp

P = Presión del fluido en psi

Q = Caudal en gal/min

Para determinar la presión que ejercerá los cilindros se hace necesario la ayuda del catálogo del fabricante. (Mecanizados Alcoy S.A.)

Figura 57. Catálogo de cilindros hidráulicos.



Fuente: <http://www.mecanizadosalcoy.es/pdf/MDA.pdf>

Datos:

P = 150 Bar (2175,56 psi), por catalogo

Q = 1,18 gal/min ($7,50 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$)

De acuerdo a los datos anteriores se calcula la potencia hidráulica teniendo como datos el caudal y la presión.

$$Potencia = \left(15 \times 10^6 \frac{N}{m^2} \right) * \left(7,50 * 10^{-5} \frac{m^3}{s} \right)$$

$$Potencia = \frac{1125 \text{ W}}{745,7 \frac{W}{Hp}}$$

$$Potencia = 1,5 \text{ Hp}$$

Así mismo con los datos de presión se determina el rendimiento hidráulico η_h

$$\eta_h = \frac{P_r}{P_{th}} * 100\%$$

Donde:

P_r = Presión real en bar

P_{th} = Presión teórico en bar

Calculamos el valor de presión teórica:

$$P_{th} = \frac{F}{A}$$

$$P_{th} = \frac{2000 \text{ kgf}}{11,19 \text{ cm}^2}$$

$$P_{th} = 178 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 175 \text{ bar}$$

El valor de presión real es el valor de presión nominal con el cual va a trabajar el mecanismo. Este valor se obtiene del catálogo antes mencionado.

Datos:

$$P_r = 150 \text{ bar}$$

$$P_{th} = 175 \text{ bar}$$

$$\eta_h = \frac{150}{175} * 100\%$$

$$\eta_h = 0,86 = 86\%$$

El rendimiento total se calcula bajo la siguiente formula:

$$\eta_{total} = \eta_v * \frac{\eta_h}{\eta_m} * 100\%$$

Donde:

η_{total} = rendimiento total

η_m = rendimiento mecánico = 95%.

De acuerdo a los datos anteriores tenemos:

$$\eta_{total} = 0,93 * \frac{0,86}{0,95} * 100\%$$

$$\eta_{total} = 0,85 = 85\%$$

De acuerdo a los datos anteriores se puede calcular la potencia del motor.

$$Potencia \text{ motor} = \frac{1,5 \text{ Hp}}{0,85}$$

$$\textbf{Potencia motor = 1,77 Hp}$$

De acuerdo a los datos técnicos del motor detallada por el fabricante en la figura 58 y comparando el valor obtenida de forma teórica, se ratifica que la potencia del motor utilizado es la apropiada para el correcto funcionamiento del elevador.

Figura 58. Datos Técnicos del motor eléctrico.



Fuente: Autores.

4.2.3 *Determinación de la fuerza en los cilindros.* Para conocer la fuerza en los cilindros se despeja la fuerza en la ecuación número (1).

Datos

$P = 200 \text{ bar} = 203 \text{ kgf/cm}^2$ (presión máxima de trabajo obtenida en el catálogo anterior)

Área neta = $11,19 \text{ cm}^2$

$$P = \frac{F}{A}$$

$$F = (11,19 \text{ cm}^2) * (203 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2})$$

$$F = 2271 \text{ kgf}$$

Con el valor obtenido se puede demostrar que los cilindros están aptos para elevar un vehiculó de hasta 4500 kgf aproximadamente. Cabe destacar que este valor a elevar no es el real, ya que el peso a elevar no depende únicamente del circuito hidráulico sino que se debe verificar también la resistencia del conjunto estructural con la ayuda de un software CAD.

4.2.4 *Determinación de la capacidad del depósito de aceite.* Calcular el volumen de aceite en los cilindros.

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \tag{5}$$

$$V = A * C * \# \text{ Cilindros} \quad (6)$$

Donde:

V = Volumen de aceite en los cilindros. (gal)

D = Diámetro del cilindro (m)

A = Área del cilindro. m^2

C = Carrera útil del pistón (m)

= Número de cilindros (adimensional)

$$A = \frac{\pi * (0,055m)^2}{4}$$

$$A = 2,37 * 10^{-3} m^2$$

$$V = (2,37 * 10^{-3} m^2) * (1,8m) * 2$$

$$V = 8,532 * 10^{-3} m^3 * \frac{1 gal}{0,003785 m^3}$$

$$V = 2,25 gal$$

En el presente proyecto se tiene dos cilindros por lo tanto se debe multiplicar por dos.

$$V_{total \text{ del deposito}} = 4,5 gal$$

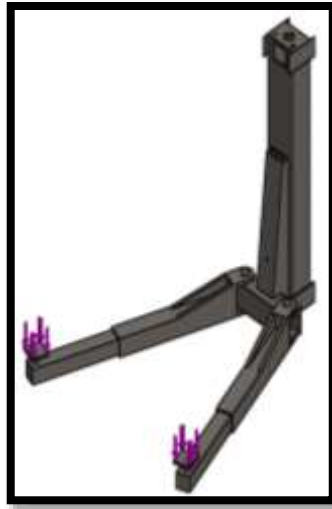
Con el valor obtenido se demuestra que el depósito tiene una capacidad de almacenamiento de aceite de hasta 4,5 galones (17 litros) aproximadamente.

4.3 Análisis y Simulación de esfuerzos en CAD

4.3.1 Análisis estático en los brazos. Con la ayuda de un software CAD se analizó la resistencia que el mecanismo presenta al someterse a una carga máxima (peso del vehículo). Para este caso se tomó en cuenta el lugar más crítico de todo el elevador que son los brazos.

Como se puede ver en la figura 59 la fuerzas actuantes de color morado están aplicadas en los apoyos de los brazos los cuales van a soportar el peso del vehículo.

Figura 59. Fuerzas Actuantes.



Fuente: Autores

Para realizar el análisis en CAD uno de los aspectos importantes es escoger el mallado apropiado, el cual permitirá realizar un estudio preciso en cada punto de la estructura, para determinar los esfuerzos, las deformaciones y el factor de seguridad a los que va estar sometido el elevador al estar en funcionamiento.

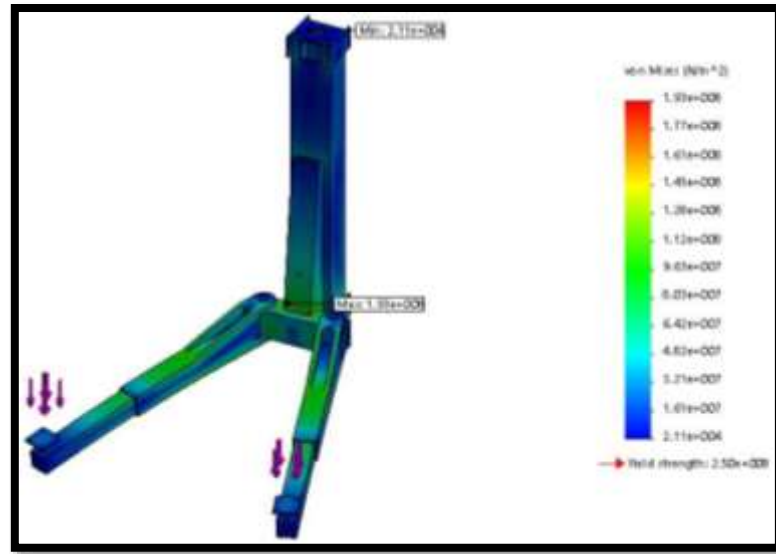
Figura 60. Mallado.



Fuente: Autores

La carga aplicada para el estudio de esfuerzos es de 2000 kgf en cada columna. La figura 61 indica una escala que va desde el color azul hasta el color rojo indicando los sectores en donde se presentaran los mayores esfuerzos. El color rojo para los puntos más críticos y el azul que representa mayor fiabilidad.

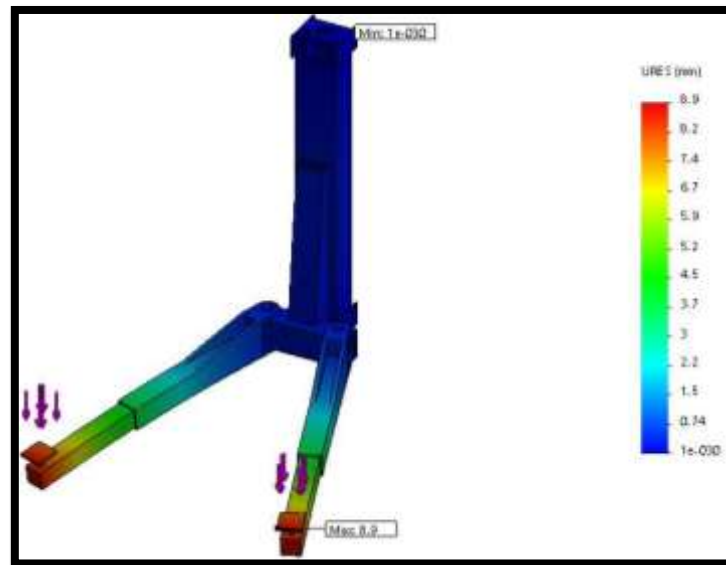
Figura 61. Esfuerzos.



Fuente: Autores

Al aplicar una carga máxima existirán sectores en los cuales van a presentarse deformaciones, como se puede observar en la figura 62, la zona más crítica está en los extremos de los brazos del elevador al igual que en los apoyos.

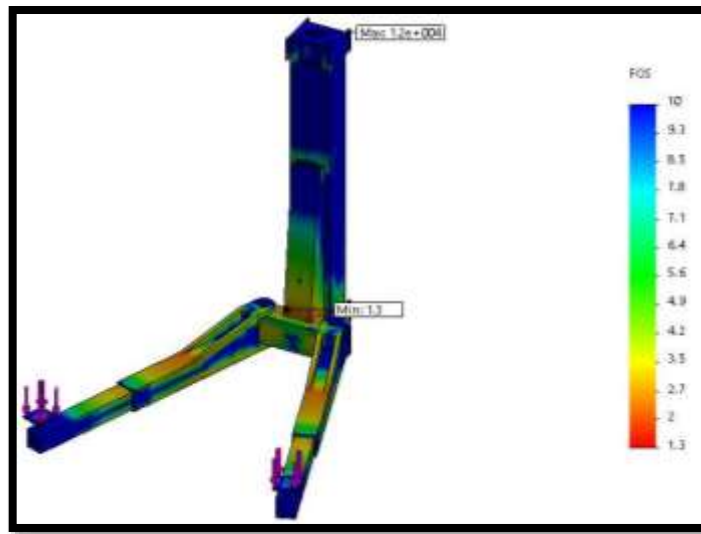
Figura 62. Deformaciones.



Fuente: Autores

La fiabilidad que representa cualquier tipo de mecanismo está basado en su factor de seguridad, para el cual existe un rango que puede ir de 1-2, en este estudio y de acuerdo al diseño del mecanismo se obtuvo un factor de seguridad de 1.3 el cual indica que está dentro del rango de seguridad permitido.

Figura 63. Factor de seguridad.



Fuente: Autores

4.4 Sustitución de piezas y componentes del elevador electro – hidráulico.

4.4.1 *Manguera hidráulica.* Se ejecutó de la siguiente manera.

- Retiro de los acoples.
- Sustitución de la manguera averiada.

Figura 64. Manguera averiada.



Fuente: Autores

4.4.2 *Interruptor de límite.*

- Se retiró del interruptor anterior y se ubicó el nuevo

Figura 65. Sustitución del interruptor de límite.



Fuente: Autores

4.4.3 Cable sucre concéntrico bifásico (2x12).

- Se retiró toda la conexión anterior y se instaló la nueva.

Figura 66. Sustitución del cable sucre bifásico.



Fuente: Autores

4.4.4 Cable de liberación de seguridad. El procedimiento de sustitución se realizó tomando como dato la medida del diámetro del cable a reemplazar que en este caso fue de 5mm.

Figura 67. Sustitución del cable de liberación de seguridad.



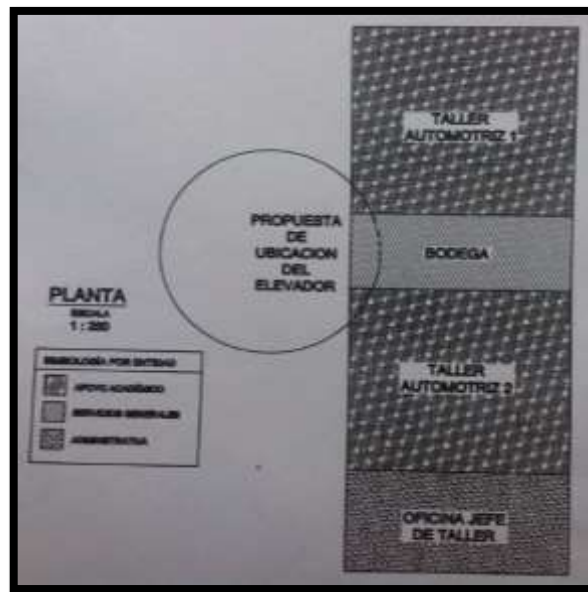
Fuente: Autores

Para todos los elementos restantes la sustitución de los mismos se realizó de manera idéntica que el procedimiento anterior, tomando como referencia las características del componente averiado y reemplazándolo con otro de similares características.

4.5 Ubicación del elevador en el taller.

Para la implementación del elevador-electro-hidráulico se solicitó un espacio físico frente a la bodega entre el taller automotriz 1 y 2 , una vez concedido los permisos de construcción por medio del departamento de mantenimiento y desarrollo físico (DMDF), mediante el oficio No. 008-GC-DMDF-14, se realizó un estudio técnico de planimetría del proyecto a realizar. Ver ANEXO A.

Figura 68. Ubicación del elevador electro-hidráulico.



Fuente: Autores

4.5.1 *Diseño y Planimetría para la construcción del piso y la plataforma.* Se elaboró un plano por medio de un ingeniero civil, haciendo referencia la utilización y el propósito del piso, para luego proceder a realizar la implementación del elevador electro-hidráulico. Ver ANEXO B.

4.5.2 *Construcción del Piso y la Plataforma.*

- Señalar con unas estacas la superficie que indican los planos, para desalojar cierta cantidad de tierra.

- Medir y nivelar la superficie con las siguientes medidas 5.14 m de ancho por 6.22m de largo y una profundidad de 0.3m.
- Cavar los huecos para los plintos con las placas, donde se empotraran las columnas del elevador, según las medidas que se especifican en el plano, (0.80 m x 0.80 de área y 1.m de profundidad).
- Armar las columnas de hierro 0.30m x 0.30m de área con una altura de 0.95 m para el asentamiento de las placas con los pernos de empotramiento (Los pernos y la placa van soldados sobre la columna para mayor seguridad).
- Preparar la mezcla para la base (0.80 m x 0.80 m y un replantillo de 0.05m) en donde se colocara la parrilla y la columna.
- Ubicar y nivelar las columnas sobre la parrilla y encofrar, para posteriormente proceder a fundir cada una de las mismas.
- Nivelar y Compactar el área restante y colocar una capa de piedra.
- Colocar la capa de concreto. Controlar que los niveles y ángulos de caída del piso sean los correctos. Se debe tomar en cuenta que el piso de hormigón debe tener una fuerza de compresión de al menos 3000 PSI y un espesor mínimo de 10 cm.

Figura 69. Fundición de la plataforma.



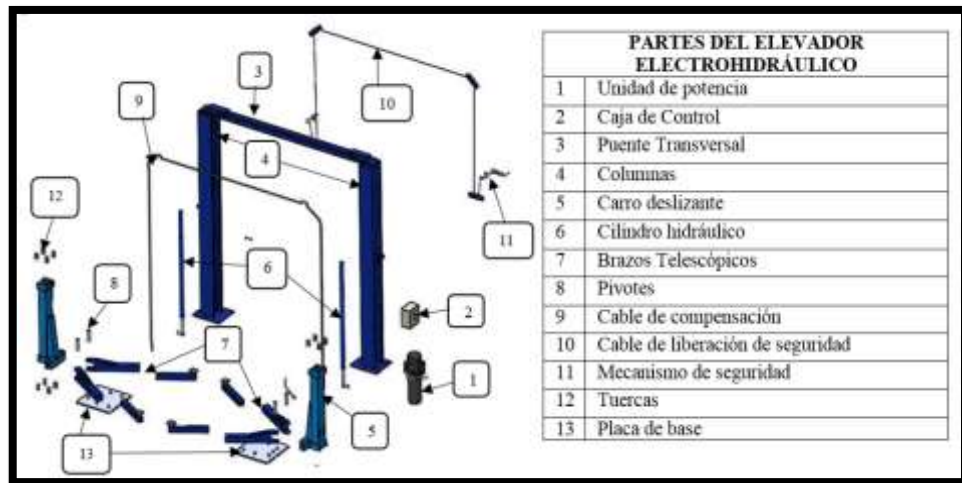
Fuente: Autores

- Masillar el contra piso (dejar que el piso se seque y compacte por 15 días).

4.6 Procesos de ensamblaje.

Se hace referencia al proceso de armado del elevador electro hidráulico, luego de haber sustituido todos los elementos en mal estado. Este procedimiento se lo realizo tomando en cuenta la disposición de los elementos del elevador como lo indica la figura 70.

Figura 70. Disposición de los elementos del elevador.



Fuente: Autores

El proceso de ensamblaje se efectuó siguiendo los pasos que se detallan a continuación.

Paso 1. Antes de ensamblar el elevador se debe realizar el proceso de pintado aplicando sobre la superficie de la estructura una capa de pintura anticorrosiva la cual permitirá prolongar la vida útil del conjunto estructural.

Figura 71. Proceso de imprimación y pintado.



Fuente: Autores

Paso 2. Colocar la grasa en columnas por donde se desplazaran los carros deslizantes.

Figura 72. Colocación de la grasa sintética.



Fuente: Autores

Paso 3. Ubicar los cilindros en cada columna.

Figura 73. Ubicación de los cilindros.



Fuente: Autores

Paso 4. Ubicar los carros deslizantes en cada columna.

Figura 74. Ubicación de los carros deslizantes.



Fuente: Autores

Paso 5. Colocar las poleas para los cables de compensación y seguridad.

Figura 75. Colocación de las poleas.



Fuente: Autores

Paso 6. Colocar los resortes de seguridad.

Figura 76. Colocación de los resortes de seguridad.



Fuente: Autores

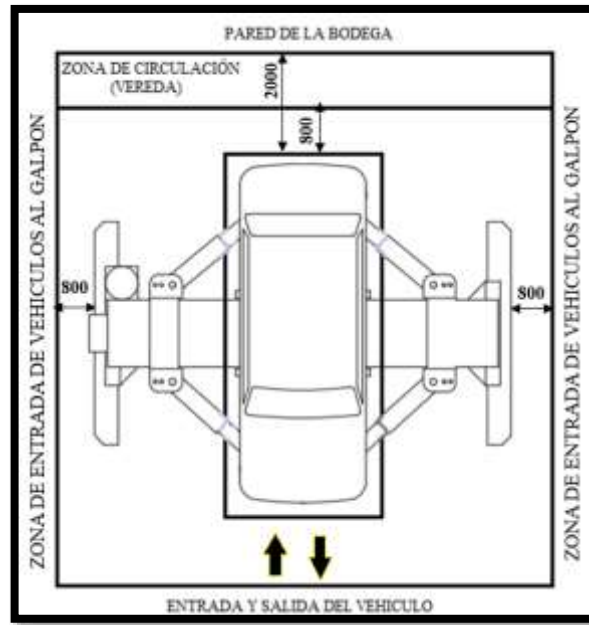
4.7 Montaje del elevador electro-hidráulico

Una vez ensamblado las partes principales del elevador se procedió a realizar el montaje del mismo en el lugar que ha sido construido y adecuado para este fin.

El montaje del elevador se realizó tomando en cuenta el decreto ejecutivo 2393 que trata acerca del REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO,

el cual según el artículo 74 numeral 2 recomienda una distancia mínima de 800mm entre una pared y una máquina para que el trabajador pueda ejecutar su labor de forma cómoda y sin riesgos. La figura 77 especifica las medidas que delimitan el área óptima de trabajo haciendo referencia a una pared y las zonas de circulación.

Figura 77. Zonas de Respeto.



Fuente: Autores

El montaje del elevador se lo realizo de acuerdo a los siguientes pasos.

Paso 1. Ubicación de las columnas sobre las bases.

Figura 78. Ubicación de las columnas.



Fuente Autores

Paso 2. Nivelación y sujeción de las columnas a los pernos de la placa base.

Figura 79. Nivelación y sujeción de las columnas.



Fuente: Autores

Paso 3. Ubicación del puente transversal.

Figura 80. Ubicación del puente transversal.



Fuente: Autores

Paso 4. Instalación del cable de compensación.

Figura 81. Cable de compensación.



Fuente: Autores

Paso 5. Instalación de la manguera hidráulica y sus acoples a los cilindros.

Figura 82. Instalación de la manguera hidráulica.



Fuente: Autores

Paso 6. Colocación de los brazos y los pasadores de seguridad sobre el carro deslizante.

Figura 83. Brazos del elevador.



Fuente: Autores

Paso 7. Ubicación y sujeción de la caja de control eléctrica.

Figura 84. Caja de control eléctrica.



Fuente: Autores

Paso 8. Conexión del cable concéntrico bifásico a la caja de control.

Figura 85. Cable sucre bifásico.



Fuente: Autores

Paso 9.- Conexión entre la caja de control y el motor eléctrico.

Figura 86. Conexión caja de control y motor eléctrico.



Fuente: Autores

Paso 10.- Conexión de la manguera principal a la bomba.

Figura 87. Manguera principal.



Fuente: Autores

Paso 11.- Llenar con aceite hidráulico ISO 46 el depósito.

El aceite ISO N46 ha sido diseñado y desarrollado para emplearse en sistemas de control y transmisión de potencia hidráulica. La escala ISO es aplicable a aceites industriales. Suele definirse por ISO VG, cuyas siglas significan " International Standard Organization" "Viscosity Grade". El grado de viscosidad ISO VG 46 proporciona una máxima protección a las bombas hidráulicas de sistemas móviles o estacionarios. Se recomiendan para mantenimiento de bombas de alabes, de pistón, de engranes y bombas de vacío cuando las presiones sobrepasan los 1000 psi. (BATRAK, 2010 págs. 1-2)

Tabla 6.Características fisicoquímicas

| Viscosidad ISO VG | | 10 | 15 | 22 | 32 | 46 | 68 |
|--|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Color ASTM | 1500 | L1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | L3.0 |
| Viscosidad Cinemática @ 40 °C, mm ² /s (cSt) | 445 | 10.00 | 15.00 | 22.00 | 32.00 | 46.00 | 68.00 |
| Viscosidad Cinemática @ 100 °C, mm ² /s (cSt) | 445 | 2.625 | 3.365 | 4.238 | 5.276 | 6.622 | 8.493 |
| Índice de Viscosidad | 2270 | 92 | 92 | 93 | 94 | 94 | 94 |
| Densidad @ 15.6 °C, kg/L | 1298 | 0.8649 | 0.8740 | 0.8800 | 0.8832 | 0.8861 | 0.8905 |
| Punto de Inflamación, °C | 92 | 156 | 164 | 188 | 212 | 218 | 228 |
| Punto de Escurecimiento, °C | 97 | -12 | -12 | -9 | -9 | -9 | -9 |
| Número Ácido (AN), mg KOH/g | 974 | 0.40 | 0.40 | 0.48 | 0.48 | 0.55 | 0.60 |
| Características Espumantes, ml/ml | 892 | | | | | | |
| Secuencia I | | 10/0 | 10/0 | 10/0 | 10/0 | 10/0 | 10/0 |
| Secuencia II | | 20/0 | 20/0 | 20/0 | 20/0 | 10/0 | 10/0 |
| Secuencia III | | 10/0 | 10/0 | 10/0 | 10/0 | 10/0 | 10/0 |
| Propiedades Preventivas a la Herrumbre, Método A & B | 665 | Aprobado | Aprobado | Aprobado | Aprobado | Aprobado | Aprobado |
| Corrosión en Lámina de Cobre, 3 h @ 100°C | 130 | 1a | 1a | 1a | 1a | 1a | 1a |
| Demulsibilidad (Separabilidad del Agua) @ 54 °C | 1401 | | | | | | |
| ml-ml-(minutos) | | 40-40-0 (15) | 40-40-0 (15) | 40-40-0 (15) | 40-40-0 (15) | 40-40-0 (15) | 40-40-0 (20) |
| Evaluación de la Capacidad de Carga (FZG) | 5182 | | | | | | |
| Etapas de Fallo, mínimo | | 10 | 10 | 10 | 12 | 12 | 12 |

Fuente: <http://www.batrak-roshfrans.com/BDT007DesnaR8.pdf>

4.8 Pruebas de funcionamiento del elevador electro-hidráulico.

Luego de culminar el ensamblaje del elevador, se procedió a efectuar las pruebas que demuestren y certifiquen el correcto funcionamiento del mismo. En primer lugar se ubicó el vehículo en el elevador para regular tanto el tiempo de ascenso como de descenso, esto es un procedimiento muy importante ya que la velocidad de ascenso y descenso no tiene que ser mayor a 0,15m/s o tiene que estar en un rango entre (40-60 s) según lo especifica la norma UNE EN 1493:2011. Seguidamente se procedió a retirar el vehículo del elevador y comprobar que cada uno de los accesorios de ajuste queden bien asegurados para ponerlo en funcionamiento.

Figura 88. Regulación del elevador.



Fuente: Autores

4.8.1 Pruebas con carga. En las siguientes pruebas a realizar, se demostrará la capacidad, fiabilidad, y eficiencia del elevador en las diferentes condiciones de trabajo a la cual estará expuesto el mismo.

Tabla 7.Datos del elevador.

| | |
|---|---------|
| Peso del elevador electrohidráulico tipo dos columnas | 670 kg |
| Peso máximo a elevar | 3800 kg |
| Altura | 3,75 m |
| Ancho (no incluye el motor de la unidad) | 0,24 m |
| Distancia entre columnas | 3,48 m |
| Longitud de los brazos | 1,32 m |
| Altura de apagado | 1,8 m |

Fuente: Autores

Tabla 8.Datos del vehículo

| Vehículo No.01 | |
|-----------------------|-----------------|
| Marca | Chevrolet |
| Tipo | Sedan |
| Modelo | Corsa Evolution |
| Color. | Plateado |
| Placa. | PGO-769 |
| Año de fabricación. | 2003 |
| Peso del vehículo. | 750 kg. |

Fuente: Autores

Tabla 9.Resultados con carga N° 01.

| Descripción | Resultado |
|--|------------------|
| Accionamiento de seguridad | Instantáneo |
| Desacoplamiento de seguridad | Manual |
| Tiempo de ascenso | 57,12 s |
| Tiempo de descenso | 42s |
| Funcionamiento del sistema hidráulico. | Eficaz |
| Funcionamiento del sistema mecánico. | Eficaz |
| Funcionamiento del sistema eléctrico. | Eficaz |
| Funcionamiento del sistema de seguridad. | Eficaz |
| Fiabilidad total del elevador. | Eficaz |

Fuente: Autores

Tabla 10.Datos del vehículo.

| Vehículo n°02 | |
|----------------------|----------------|
| Marca | Nissan |
| Tipo | Jeep |
| Modelo | Pathfinder 4x4 |
| Color. | Verde |
| Placa. | HBR-281 |
| Año de fabricación. | 1998 |
| Peso del vehículo. | 2355 kg |

Fuente: Autores

Tabla 11.Resultados con carga N° 02.

| Descripción | Resultado |
|--|------------------|
| Accionamiento de seguridad | Instantáneo |
| Desacoplamiento de seguridad | Manual |
| Tiempo de ascenso | 57,12 s |
| Tiempo de descenso | 40s |
| Funcionamiento del sistema hidráulico. | Eficaz |
| Funcionamiento del sistema mecánico. | Eficaz |
| Funcionamiento del sistema eléctrico. | Eficaz |
| Funcionamiento del sistema de seguridad. | Eficaz |
| Fiabilidad total del elevador. | Eficaz |

Fuente: Autores

La realización de las pruebas sin carga no fue realizada debido a que para este elevador el descenso se produce debido al propio peso del vehículo (por gravedad).

Con las pruebas realizadas se ha demostrado que el elevador electrohidráulico cumple con todos los requisitos de operación; tiempo de elevación y descenso que está dentro del rango permitido entre 40 s y 60 s, unidad de potencia en perfecto estado permitiendo elevar un vehículo de hasta 4000 kg y sobre todo la fiabilidad que presenta el conjunto estructural con un factor de seguridad óptimo de $\eta = 1,3$ al soportar una carga de hasta 4000 kg.

CAPITULO V

5 MANUALES DE OPERACIÓN, SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO DEL ELEVADOR ELECTRO-HIDRÁULICO

5.1 Elaboración de un plan de seguridad industrial

La seguridad industrial se define como un conjunto de normas y procedimientos para crear un ambiente seguro de trabajo, a fin de evitar pérdidas personales y/o materiales.

Un taller automotriz es un lugar donde el personal de trabajo está expuesto a sufrir accidentes laborales, debido a la manipulación de diversos equipos y herramientas. Para reducir de alguna manera estos accidentes es necesario la correcta disposición de los equipos y herramientas, la distribución del espacio y contar con un plan de seguridad para el taller.

De lo anterior expuesto, se ha visto necesario implementar un plan de seguridad para el área del elevador la misma que constara: de instrucciones de seguridad, etiquetas explicativas de peligrosidad y además de la señalización del área de trabajo.

5.1.1 Instrucciones de seguridad.

- El técnico a cargo de la utilización del elevador deberá leer las siguientes instrucciones suministradas para este elevador: Instalación y manual del usuario, Requisitos de seguridad para el funcionamiento, la inspección y el mantenimiento.
- Durante las operaciones del elevador, toda persona no autorizada y calificada debe permanecer a una distancia de seguridad oportuna.
- No operar el elevador cuando existan personas dentro del vehículo.
- Evitar consumir alimentos y bebidas alcohólicas.
- Evitar que el elevador este expuesto a temperaturas elevadas, lluvia, humedad, polvo, disolventes o adhesivos en spray.

- Suspender el suministro eléctrico del elevador al final de cada jornada laboral para evitar que se ocasione riesgo de incendio debido a cortocircuitos o descargas eléctricas.
- No utilizar el elevador si la instalación eléctrica de taller, las conexiones eléctrica del elevador o cualquier componente del mismo están dañadas, hasta que no sean inspeccionadas por un técnico autorizado.
- El elevador no debe ser sobrecargado. La capacidad máxima de carga está especificada en la placa de datos del equipo.
- El área de trabajo debe mantenerse libre de obstáculos, grasa, lubricantes, basura u otros desechos.
- Usar las herramientas y el equipamiento apropiado (uniformes de trabajo, botas de seguridad, guantes, gafas, etc.). Para efectuar los respectivos trabajos con el vehículo elevado.
- Prestar especial atención a las indicaciones de seguridad detalladas sobre el motor y las columnas. Todo técnico debe estar familiarizado con ellas.
- Alejarse de las partes móviles cuando esté en funcionamiento el elevador ya que pueden quedar atrapados. Extremidades, partes sueltas de ropa, cordones, corbatas, pelo largo, etc. Causando graves accidentes personales e incluso la muerte.
- Inspeccionar los sistemas de seguridad del elevador, que estén en uso constante y su funcionamiento sea eficaz.
- Apagar el motor del vehículo al ubicar sobre el elevador. Los motores de combustión interna originan gases contaminantes que pueden ser nocivos para la salud del operario.
- No permitir el ingreso a personas no autorizadas.

- Prestar atención al realizar trabajos de mantenimiento y reparación de vehículos pueden ocasionar que el mismo se desplace.
- Operar el elevador solamente como se lo detalla en el manual de usuario.

5.1.2 *Etiquetas explicativas de peligrosidad.* Toda persona que se hallase en el área del elevador al estar en funcionamiento debe tomar en cuenta las siguientes etiquetas de precaución, advertencia e instrucciones de seguridad.

Los mensajes y las figuras mostrados en este apartado fueron tomados del Instituto de Elevadores de Autos, Apdo. Postal 33116 Indialantic, FL. 32903-3116. Están protegidos bajo derecho de autor. Se puede obtener un set de etiquetas de ALI.

Tabla 12. Instrucciones de seguridad.

| | |
|---|--|
|  |  |
|  |  |

Fuente: © 1992, ALI Inc. ALI/WL 101W

Tabla 13.Instrucciones de precaución.

| | |
|---|---|
|  <p>PRECAUCION</p> <p>Sólo Personal Capacitado debe usar el Elevador</p> |  <p>PRECAUCION</p> <p>Sólo Personal Autorizado en la Zona del Elevador</p> |
|  <p>PRECAUCION</p> <p>Use los puntos de elevación del Fabricante.</p> |  <p>PRECAUCION</p> <p>Use parantes de seguridad para componentes pesados</p> |
|  <p>PRECAUCION</p> <p>Use extensores de altura para asegurar buen contacto.</p> |  <p>PRECAUCION</p> <p>Los Adaptadores Auxiliares reducen la capacidad de carga</p> |

Fuente: © 1992, ALI Inc. ALI/WL 101W

Tabla 14. Etiquetas de atención

| | |
|---|--|
|  <p>Despeje el área si el vehículo está en peligro de caer</p> |  <p>Ubique el vehículo con el centro de gravedad en el medio</p> |
|  <p>Manténgase alejado del elevador cuando sube o baja</p> |  <p>Evite oscilación excesiva del vehículo en el elevador</p> |
|  <p>No anule los controles de cierre automático</p> |  <p>Mantenga los pies alejados del elevador cuando baja.</p> |

Fuente: © 1992, ALI Inc. ALI/WL 101W

5.1.3 Señalización del área de trabajo. Dado que en el área de trabajo existen equipos e instrumentos que podrían generar daños o perjuicios con una mala operación o utilización, es necesario colocar señaléticas de seguridad que sirvan para informar o advertir de la existencia de un riesgo o peligro.

- Señaléticas para la operación segura del elevador.

Figura 89. Señalética para el elevador.



Fuente: Autores

- Señalización del piso

Figura 90. Delimitación del área de trabajo.



Fuente: Autores

Para la señalización del área de trabajo se tomó como referencia la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN) y el decreto ejecutivo 2393

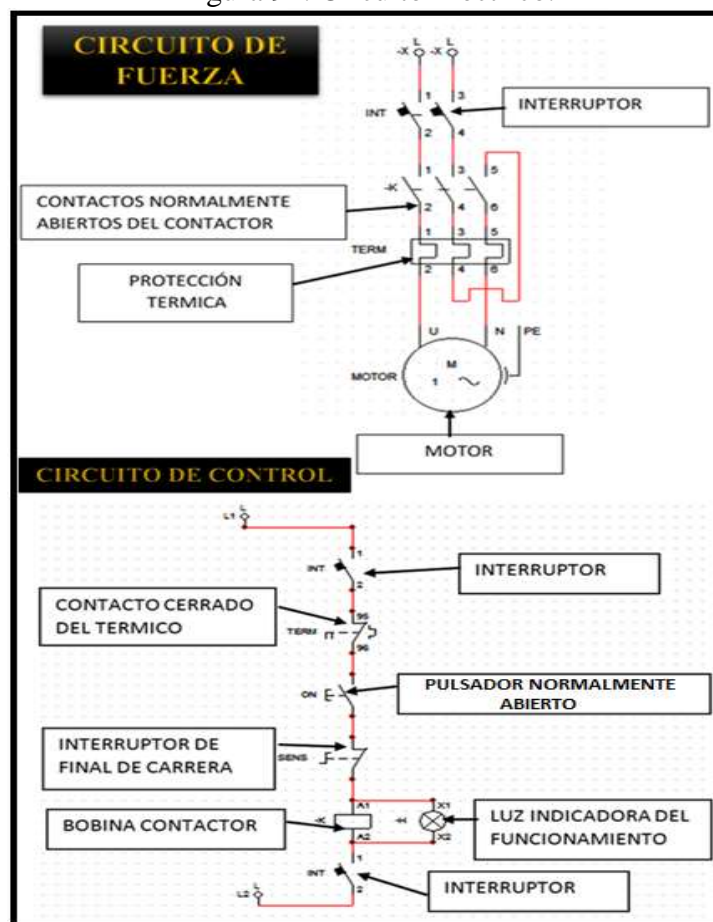
- **NTE INEN 439:1984** que establece los COLORES SEÑALES Y SÍMBOLOS DE SEGURIDAD. Esta norma fue utilizada para establecer el color que indique atención, cuidado o peligro del área de trabajo según el artículo 5.1 de la norma.

- **NTE INEN ISO 3864-1:2013** que trata de los PRINCIPIOS DE DISEÑO PARA SEÑALES DE SEGURIDAD E INDICACIONES DE SEGURIDAD. Esta norma fue utilizada para determinar el grado de inclinación que tienen las franjas de color negro, que debe ser de 45 grados según el literal 11 de la norma.
- **Decreto Ejecutivo 2393** que hace referencia al REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO. Este decreto fue utilizado para determinar el área donde se va a ubicar el vehículo para posteriormente ser elevado, la distancia mínima de esta área con respecto a una pared o zona de circulación, según el literal 74 numeral 2 es de una distancia mínima de 800 mm.

5.2 Elaboración del plan de mantenimiento del elevador

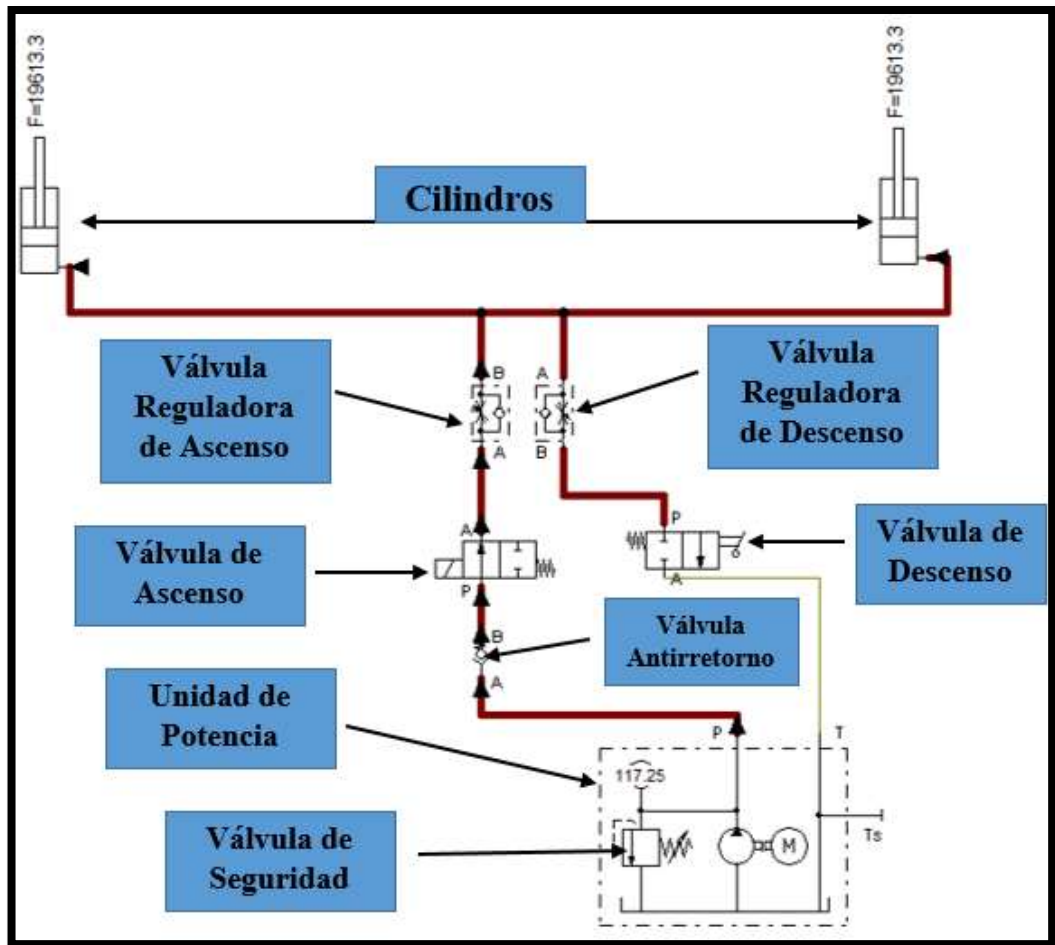
Se debe tener en cuenta tanto el circuito eléctrico como el circuito hidráulico.

Figura 91. Circuito Eléctrico.



Fuente: Autores

Figura 92. Circuito Hidráulico.



Fuente: Autores

5.2.1 Mantenimiento semanal requerido.

- Inspeccionar pernos, pasadores y conexiones eléctricas para asegurar un montaje apropiado del vehículo al elevador.
- Lubricar los pasadores de seguridad en los puntos de pivote.
- Verificar el funcionamiento de los bloqueos de seguridad.
- Asegurarse que el acoplamiento entre el carro y los cilindros hidráulicos es correcta, no sufre desgaste excesivo o esté averiada.
- Revisar las mangueras y conexiones hidráulicas por posibles fugas o goteo de fluido hidráulico.

5.2.2 *Mantenimiento mensual requerido.*

- Revisar todos los dispositivos de ajuste y seguridad.
- Engrasar las columnas por donde se desplaza el carro deslizante.
- Verificar los pernos de anclaje y si fuera necesario re-ajustarlos con una fuerza de torque de 90ft/lb (122,04 N/m).
- Revisar la ubicación de las columnas, que se encuentren centrado y a escuadra.
- Inspeccionar los pasadores de los brazos que se acoplan a los pivotes.
- Controlar la tensión del cable de acero de compensación si fuera necesario, ajustarlo para lograr que el ascenso y descenso sean horizontales y homogéneos.
- Verificar el nivel de fluido hidráulico con el elevador en posición de descenso. Si es necesario complete aceite.
- Sustituir las partes gastadas o rotas del elevador suministradas por el fabricante o sus equivalentes.
- Lubricar los cables de acero.
- Inspeccionar que en todo el circuito hidráulico no existan posibles fugas.
- Revisar el engrase de todas las poleas. Si es necesario engrasar
- Transcurridos seis meses reemplazar todo el aceite hidráulico y limpiar el depósito.
- Revisar los materiales de sellado para asegurar la estanqueidad del circuito, si es necesario reemplazarlos.

5.2.3 *Mantenimiento anual requerido.* Los siguientes ítems deben ser realizados exclusivamente por personal capacitado.

- Reemplazar los cables de elevación cada tres años o cuando aparezcan signos de deterioro.

- Sustituir las mangueras hidráulicas o cuando aparezcan signos de deterioros.
- Reemplazar las poleas.
- Reemplazar los resortes del mecanismo de seguridad.
- Eliminar el aire de los cilindros hidráulicos.
- Inspeccionar el vástago del cilindro por presencia de ralladuras o deformación.

A continuación se presenta un resumen detallado de los mantenimientos a realizarse en el elevador electro-hidráulico.

Tabla 15.Mantenimientos del elevador.

| Tarea | Frecuencia | | | |
|---|------------|---------|-----------|-------|
| | Semanal | Mensual | Semestral | Anual |
| Inspeccionar pernos, pasadores y conexiones eléctricas. | x | | | |
| Verificar el funcionamiento de los bloqueos de seguridad. | x | | | |
| Revisar las mangueras y conexiones hidráulicas. | x | | | |
| Engrasar las columnas por donde se desplaza el carro deslizante. | | x | | |
| Controlar la tensión del cable de acero de compensación. | | x | | |
| Verificar el nivel de fluido hidráulico. | | x | | |
| Revisar los materiales de sellado para asegurar la estanqueidad del circuito. | | x | | |
| Sustituir los elementos gastados o rotos del elevador. | | | x | |
| Reemplazar todo el aceite hidráulico y limpiar el depósito. | | | x | |
| Reemplazar los cables de elevación (cada tres-cinco años o cuando aparezcan signos de deterioro.) | | | | x |
| Reemplazar los resortes del mecanismo de seguridad. | | | | x |
| Eliminar el aire de los cilindros hidráulicos. | | | | x |
| Inspeccionar el vástago del cilindro por presencia de ralladuras o deformación en el mismo. | | | | x |
| Mantenimiento total de la unidad de potencia. | | | | x |

Fuente: Autores

5.2.4 Diagnóstico de problemas. En la siguiente tabla se especifica un sin número de averías que pueden presentarse en el elevador, durante su funcionamiento.

Tabla 16.Diagnóstico de problemas.

| Averías | Causas | Soluciones |
|--|--|---|
| El motor no funciona | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Voltaje del motor inadecuado. ▪ Cables y conexiones defectuosos. ▪ Motor quemado | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Proporcionar la corriente correcta al motor. ▪ Arreglar los cables y las conexiones. ▪ Reemplazar el motor. |
| El motor funciona pero el elevador no asciende. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ La bomba hidráulica absorbe aire. ▪ El tubo de succión desconectado de la bomba. ▪ El nivel de aceite hidráulico es bajo. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar las conexiones y componentes del lugar de succión de la bomba. ▪ Reemplazar el tubo de succión. ▪ Completar el fluido hidráulico. |
| El motor funciona, el elevador con peso no puede elevarse. Pero sin peso se eleva. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Voltaje inadecuado en el motor. ▪ El vehículo sobrepasa la capacidad del elevador. ▪ La regulación de la válvula de ascenso es incorrecta. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Proporcionar el voltaje correcto al motor. ▪ Verificar que el peso del vehículo no sobrepase el máximo permitido. ▪ Regule la válvula de ascenso. |
| El elevador baja lentamente sin presionar la palanca de accionamiento. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Existe una pérdida de fluido en el circuito hidráulico. ▪ Aire en el fluido hidráulico. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Arreglar las fugas del circuito o reemplazar los sellos hidráulicos. ▪ Inspeccionar que la junta de aceite no esté dañada. |
| Velocidad de elevación lenta o fugas del fluido en el depósito hidráulico. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Presencia de aire en el aceite. ▪ La bomba está aspirando aire en lugar de aceite. ▪ El sello del circuito de retorno tiene fuga. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Reemplazar el fluido hidráulico. ▪ Ajustar todos los sellos y racores hidráulicos. ▪ Reinstale o reemplace el sello de retorno. |
| El carro no asciende horizontalmente. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ El cable de acero de compensación no está ajustado correctamente. ▪ El elevador ha sido instalado sobre un suelo no plano. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ajustar la tensión del cable de compensación. ▪ Nivelar las columnas. La diferencia no debe ser superior a 12mm. |
| El motor no se detiene. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ El interruptor está averiado. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Desconecte la energía del elevador y reemplace el interruptor. |

Fuente: Autores

5.3 Manual de operación para el usuario.

Este manual tiene la finalidad de servir como guía para una correcta manipulación del equipo, evitar todas aquellas acciones que vayan en contra del mal uso. Permitiendo realizar trabajos de forma ágil y segura para el operario.

5.3.1 *Ascenso del elevador.*

- Posicionar los brazos de oscilación en dirección al carril de entrada al elevador, quedando perpendiculares a las dos columnas del elevador.
- Ubicar el vehículo haciendo coincidir su centro de gravedad con el eje que une ambas columnas, de tal forma que el mismo quede en el centro del elevador.
- Accionar el freno de mano para mantener el vehículo en la posición antes descrita.
- Colocar los brazos de oscilación debajo del vehículo y extenderlos hasta que el taco de goma se sitúe por debajo de los puntos de elevación recomendados por el fabricante.
- Regular la altura del taco de soporte hasta que toque el chasis del vehículo. La altura de las gomas no debe exceder las 9".
- Presionar el switch de accionamiento hasta que el vehículo se eleve apenas del suelo. Verificar el contacto de los adaptadores con el vehículo y que la distribución del peso sea el correcto. Si es seguro, eleve hasta la altura deseada.

5.3.2 *Descenso del elevador.*

- Subir el elevador al menos dos pulgadas para liberarlo del mecanismo de seguridad.
- Retirar los bloqueos de seguridad halando la palanca del mecanismo de seguridad.

- Presionar la palanca de descenso hasta que el brazo haya descendido totalmente y los tacos de soporte liberen el chasis del vehículo. En ese momento suelte la palanca de descenso.
- Una vez que el vehículo esté totalmente asentado, posicionar los brazos oscilantes y soportes del elevador de tal manera que no obstruyan la salida del vehículo.

5.3.3 *Medidas de Seguridad que debe tomar en cuenta el usuario en la manipulación del elevador.*

- Cerciorarse de que no existan obstáculos en el espacio superior del elevador para el ascenso del vehículo.
- Verificar que los accesorios del vehículo no estén obstaculizando el ascenso del mismo. (portaequipajes, parrillas, antenas, marcas, etc.)
- Antes de elevar el vehículo asegurarse que el motor este apagado, el capó y las puertas estén bien cerrados.
- Elevar el vehículo aproximadamente 30cm del suelo. Si la distribución de peso del vehículo es desigual o pareciera que el vehículo no está seguro, descienda cuidadosamente el elevador y rectifique la posición del vehículo.
- No abandonar el mando de accionamiento cuando el elevador aún esté en movimiento.
- Mientras el vehículo se encuentre en el elevador no mover, balancear o desmontar componentes pesados el cual pueda desequilibrar el peso del vehículo. Si es así use un gato de soporte para mantener el equilibrio del vehículo.
- No utilizar los adaptadores del elevador sin las lengüetas de goma.
- Bajar el elevador de forma gradual.
- Despeje el área si el vehículo está en peligro de caer. Use el sentido común

- Antes de elevar un vehículo, comprobar que todos los accesorios hidráulicos no tengan fugas. En caso de fuga, no utilizar el elevador.

5.4 Manual de operación y plan mantenimiento del elevador electrohidráulico

Este manual recopila los planes de seguridad industrial, mantenimiento del elevador y el manual de operación para el usuario, el cual ha sido realizado de acuerdo al formato institucional para la gestión de mantenimiento y operación de equipos. Así mismo se ha visto conveniente, que dicho manual repose en las instalaciones del taller para facilitar la información de manera rápida y oportuna sobre cualquier interrogante que se presente con el elevador. (Ver Anexo C)

CAPITULO VI

6 PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACION DEL ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO.

En el presente capítulo se detallan los costos directos, indirectos y totales que determinaron la cantidad de recursos económicos empleados en los procesos de rehabilitar e instalar un elevador electrohidráulico.

6.1 Costos directos.

Son todos aquellos gastos que pueden ser identificados plenamente con productos o área de producción tales como: materiales, mano de obra, transporte, equipo.

6.1.1 Costos de materiales.

Tabla 17.Acondicionamiento del piso.

| Descripción | Unidades | cantidad | Costo.unit(USD) | Costo (USD) |
|---|-----------|----------|-----------------|-------------|
| Malla electro soldada 5,0 mm *5,50*6,50 | | 1 | 30 | 30 |
| Varilla de 8 plg | | 2 | 12,50 | 25 |
| Varilla de 12 plg | | 4 | 12,50 | 50 |
| Alambre de amarre | Libras | 3 | 1,67 | 5 |
| Clavos 2½ plg. | Libras | 4 | 1,75 | 7 |
| Clavos 2 plg. | Libras | 3 | 1,67 | 5 |
| Cemento | quintales | 25 | 7,28 | 182 |
| Piedra | m³ | 8 | 10 | 80 |
| Ripio | m³ | 8 | 10 | 80 |
| Macadán | m³ | 8 | 7,50 | 60 |
| Sika | galón | 1 | 8 | 8 |
| Pintura | galón | 5 | 11 | 55 |
| Tiñer | galón | 2 | 8 | 16 |
| Cinta de seguridad | | 1 | 15 | 15 |
| Rodillos para pintura | | 2 | 6 | 12 |
| Manguera | metros | 25 | 0,50 | 12,50 |
| Tablas (encofrado) | - | 14 | 1,50 | 21 |
| Placas de anclaje e=10mm,500x500 | | 2 | 20 | 40 |
| | | | Subtotal | 703,50 |

Fuente: Autores

Tabla 18.Estructura metálica.

| Descripción | Unidades | cantidad | Costo.unit(USD) | Costo (USD) |
|---|----------|----------|-----------------|-------------|
| Planchas dipanel e=0,30 mm,7000 | - | 6 | 34,82 | 208,93 |
| Tornillos autoperforantes 12x14x21/2plg | - | 100 | 0,04 | 4,46 |
| Placas de acero e=5mm, 200x250 | - | 4 | 3,50 | 14 |
| Pernos autoperforantes | - | 13 | 0,79 | 10,27 |
| Esmalte negro | Galón | 1 | 11,61 | 11,61 |
| Tiñer | Galón | 1 | 8 | 8 |
| Brocas 3plg; 4plg | - | 2 | 2 | 4 |
| Discos de corte de 5 plg | - | 5 | 2,66 | 13,30 |
| Lijas para hierro | - | 2 | 0,75 | 1,50 |
| Brochas 3plg | - | 2 | 1,79 | 3,58 |
| | | | Subtotal | 279,65 |

Fuente: Autores

Tabla 19.Rehabilitación del elevador.

| Descripción | Unidades | Cantidad | Costo.unit (USD) | Costo (USD) |
|---|----------|----------|------------------|-------------|
| Aceite hidráulico ISO 46 | galón | 5 | 105 | 105 |
| Manguera de alta presión | metros | 5 | 15 | 75 |
| Cable sucre bifásico | metros | 20 | 1,85 | 37 |
| Cable de acero | metros | 9 | 0,50 | 4,50 |
| Resortes de seguridad | | 4 | 1,50 | 6 |
| Manguera anillada ½ plg | metros | 5 | 0,50 | 2,50 |
| Grasa | libras | 5 | 3 | 15 |
| Grilletes de seguridad | | 4 | 0,30 | 1,20 |
| Pintura sintética anticorrosiva azul | galón | 1 | 24 | 24 |
| Tiñer | galón | 3 | 8 | 24 |
| Gasolina para limpieza | galón | 2 | 1,48 | 2,96 |
| Mantenimiento del motor eléctrico | | 1 | 30 | 30 |
| Mantenimiento del sistema hidráulico | | 1 | 40 | 40 |
| Lija para hierro | | 4 | 1 | 4 |
| Guaípe | | 3 | 1 | 3 |
| rollo de embalaje plástico | | 1 | 10 | 10 |
| Mantenimiento caja térmica | | 1 | 15 | 15 |
| Pernos | | 4 | 0,60 | 2,40 |
| Tuercas, arandelas | | 4 | 0,75 | 3 |
| Señalética | - | - | - | 100 |
| | | | Subtotal | 504,56 |

Fuente: Autor

6.1.2 Costos de mano de obra.

Tabla 19.Costo de mano de obra.

| Descripción | Horas/hombre | Costo horario(USD) | Costo (USD) |
|-----------------------------------|--------------|--------------------|-------------|
| Maestro albañil | - | 300 | 300 |
| Ayudantes | 2 | 100 | 200 |
| Maestro soldador | - | 280 | 280 |
| Diseño de planta de (cimentación) | - | 100 | 100 |
| Diseño estructural | - | 100 | 100 |
| Asesoramiento técnico(elevador) | - | 250 | 250 |
| Subtotal | | | 1230 |

Fuente: Autores

6.1.3 Costo de equipos y herramientas.

Tabla 20.Costo de equipos y herramientas.

| Descripción | Horas/maquina | Costo horario (USD) | Costo (USD) |
|-----------------------------|---------------|---------------------|-------------|
| Alquiler de retroexcavadora | 1 | 40 | 40 |
| Alquiler de concretera | 2 | 25 | 50 |
| Soldadora eléctrica | 16 | - | - |
| Taladro de banco | 5 | - | - |
| Compresor | 8 | - | - |
| Andamios | 24 | 0,35 | 8,40 |
| Subtotal | | | 98,40 |

Fuente: Autores

6.1.4 Costos de transporte.

Tabla 21.Costo de transporte.

| Costo de transporte | Costo (USD) |
|---|-------------|
| Materiales para la cimentación del piso | 100 |
| Materiales estructurales | 50 |
| Componentes del elevador | 100 |
| Subtotal | 250 |

Fuente: Autores

6.2 Costos indirectos.

Son los egresos que no pueden identificarse plenamente, por lo tanto no se relacionan directamente con la manufactura, requieren de mecanismos de distribución y cálculo. Estos comprenden.

Tabla 22.Costos indirectos.

| Descripción | Cantidad | Costo(USD) |
|---------------------------|----------|------------|
| Costo Ingenieril | - | 300 |
| Material de investigación | - | 200 |
| Movilización personal | 2 | 200 |
| Copias e impresiones | - | 150 |
| imprevistos | - | 200 |
| Utilidad | - | 0 |
| TOTAL | | 1050 |

Fuente: Autores

6.3 Costos totales.

El costo total del proyecto se obtiene de la suma de los costos directos e indirectos.

Costo Total del Proyecto = costos directos +costos indirectos

Costo Total del Proyecto = (costo de material +costo de mano de obra+ costo de equipos y herramientas +costo de transporte) + (valor de costos indirectos).

Costo de material = (703,50 + 279,65 + 504,56)

Costo de material= 1487,71 USD

Costo Total del Proyecto = (1487,71 + 1230 + 98,40+ 250) + (1050)

Costo Total del Proyecto = 3066,11 + 1050

Costo Total del Proyecto = 4116,11 USD

6.4 Fuentes de financiamiento

Para la ejecución de este proyecto de tesis, la principal fuente de financiamiento proviene de recursos personales como fue el apoyo económico familiar y la ayuda que nos brindó la Facultad de Mecánica al donarnos parte de los materiales para la cubierta del elevador.

CAPITULO VII

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1 Conclusiones.

Se realizó un estudio de los diferentes tipos de elevadores electro hidráulicos determinando que su principio de funcionamiento se basa en el principio de Pascal. “La presión en un punto de un fluido en reposo es igual en todas las direcciones”.

Se analizó cada uno de los componentes del elevador electro hidráulico, empleando métodos de verificación, inspección visual y pruebas de funcionamiento, los mismos que permitieron conocer el estado actual de cada componente, para realizar las debidas correcciones, según las especificaciones del manual del fabricante o reemplazándolos con otro componente de las mismas características.

Al rehabilitar e instalar el elevador electrohidráulico se verificó el correcto funcionamiento de todo el mecanismo y con la ayuda de un software CAD se realizó un estudio de análisis y simulación del conjunto estructural, permitiéndonos determinar el grado de confiabilidad del elevador mediante el factor de seguridad. En nuestro caso el factor de seguridad es de $\eta=1.32$ aplicando una carga de hasta 2000kgf en cada columna. Demostrando que el elevador va a soportar un vehículo de hasta 4 toneladas.

Se realizó un manual de usuario y plan mantenimiento del elevador siguiendo las respectivas normas vigentes en seguridad industrial, para garantizar su correcta operación y alargar su vida útil, sin que esto implique poner en riesgo la integridad física del operario.

7.2 Recomendaciones.

No sobrepasar la capacidad máxima permitida a elevar que es de 4000kg

El personal que haga uso del elevador debe leer cada uno de los manuales especificados (manual de operación, manual de seguridad y plan de mantenimiento).

Cumplir con el cronograma de mantenimientos mencionados en el capítulo V, los cuales permitirán conservar el buen estado de funcionamiento y alargar la vida útil del elevador electrohidráulico.

Proteger la unidad de potencia así como las instalaciones eléctricas del elevador, para evitar posibles daños o riesgos eléctricos.

Elevar el vehículo aproximadamente 30cm del suelo. Si la distribución de peso del vehículo es desigual o pareciera que el vehículo no está seguro se debe descender cuidadosamente el elevador y rectificar la posición del vehículo.

El elevador únicamente trabajara con una fuente de alimentación de 220V, un valor menor o mayor al especificado puede dañar al mismo.

BIBLIOGRAFÍA

AENOR. 2011. AENOR. [En línea] 2011. [Citado el: 05 de Junio de 2014.]
<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0046792>.

ALMA, Rosa y FLORES, Guillermo. 2014. Ciencia - Galeon. [En línea] 2014.
[Citado el: 17 de Marzo de 2014.]
<http://www.galeon.com/home3/ciencia/hidraulica.html>.

BATRAK, Lubricacion Industrial. 2010. Batrak- Roshfrans.com. [En línea] Junio de 2010. [Citado el: 16 de Diciembre de 2014.] <http://www.batrak-roshfrans.com/BDT007DesnaR8.pdf>.

BENDPAK. 2010. Tecnologia de Accionamiento Directo. [En línea] 2010. [Citado el: 08 de Junio de 2014.] <http://www.bendpak.com.mx/elevadores-de-autos/rampas-de-dos-postes/transmision-directa-elevadores-de-autos/>.

CHARA, Victor. 2013. Academia.edu. [En línea] 2013. [Citado el: 02 de Mayo de 2014.] http://www.academia.edu/6390299/Bomba_rotativa.

ESPEJO, Edgar y MARTINEZ, Juan. 2007. SciELO. [En línea] 01 de Abril de 2007. [Citado el: 10 de Mayo de 2014.] http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-56092007000100010&script=sci_arttext. 27.

HERRERA, Brayan. 2014. Academia.edu. [En línea] 6 de Mayo de 2014. [Citado el: 18 de Junio de 2014.]
http://www.academia.edu/11498696/ESCUELA_DE_ELECTROTECNIA_PROGRAMA_T%C3%89CNICOS_INDUSTRIALES_SISTEMA_GUIADOR_DE_BANDA_CONTROLADO_DESDE_PC.

MATAIX, Claudio. 1986. *Mecanica de Fluidos y Maquinas Hidraulicas*. Madrid : Ediciones del Castillo S.A., 1986. 2.

NAJERA, Ramiro y JARRIN, G. 2011. Repositorio - Universidad Internacional del Ecuador. [En línea] 2011. [Citado el: 07 de Abril de 2014.]
<http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/177/1/T-UIDE-0114.pdf>.

RAVAGLIOLI. 2014. ravaglioli. [En línea] 2014. [Citado el: 15 de Junio de 2014.]
http://servicioautomotriz.co/Detalles%20Productos/RAV_210-270_FR_0%20A%20Columnas%20Independientes.pdf.

ROCA, Felip. 1998. *Oleohidráulica básica y diseño de circuitos*. s.l. : Edicions UPC, 1998. 2.